MÁRIO GUIMARÃES FERRI

Diretor do Departamento de Botânica — Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo

BOTÂNICA

MORFOLOGIA EXTERNA DAS PLANTAS

(ORGANOGRAFIA)

EDIÇÕES MELHORAMENTOS

OS ESTUDOS DA BOTÂNICA

Na formação do espírito científico, representa a Botânica uma das disciplinas de eleição. Antes de tudo, exercita a capacidade de bem observar, tal a multiplicidade e a variedade dos sêres que lhe constituem o objeto, e que por tôda parte se encontram, interessando à vida do homem por mil e um modos. Com isso, leva a comparar e a fazer discernir semelhanças e diferenças, a generalizar e a sistematizar as observações, que logo traduz numa terminologia precisa e coerente. Ensina-nos assim a Botânica que a ciência começa por ser uma "linguagem bem feita.

Mas não é só. Para a conveniente fixação de categorias e tipos, hão de ser descritos e classificados os vegetais por sua aparência externa, como também pelas peculiaridades de organização interna, e a do trabalho dos diferentes tecidos e órgãos, o que prepara a indagação mais profunda de relações de filiação e dependência. E isso, por seu turno, conduz à consideração da complexidade crescente dos processos vitais, aos problemas de ecologia e adaptação, ou à apreciação das relações entre os sêres vivos e seu ambiente natural. Por fim, ao exame da variabilidade dos caracteres, sua transmissão hereditária e possível mutação.

No trato de uns e de outros dêsses problemas, tão sedutores, o contingente que a Botânica tem dado, e continua a dar, à Biologia geral, é de todo fundamental. Foi mesmo pelo estudo das plantas que a percepção científica dos processos vitais começou a ser feita, o que explica a importância metodológica de que se revestem os seus estudos.

Mas, por isso mesmo, e para que êles bem contribuam à formação do espírito científico, será necessário que o ensino da disciplina obedeça a convenientes preceitos de ordem e de método, mediante os quais aos estudantes se forneça base para hábitos de correta investigação e conveniente tratamento lógico da matéria.

Nesse sentido, excelente contribuição é agora apresentada pelo Professor Mário Guimarães Ferri, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da Universidade de São Paulo, com três livros que redigiu para o ensino da especialidade, que tanto ilustra. Tratam êles, segundo a ordem de apresentação, dos três domínios capitais da Botânica: Morfologia externa das plantas, Anatomia vegetal *e* Fisiologia vegetal. *No conjunto, formam um "pequeno tratado", que permite a visão integral da disciplina.*

Todos foram escritos com o intuito de facilitar o estudo, e assim realmente o fazem. Tratam de muitos assuntos dos programas vigentes do ensino secundário, servindo assim aos alunos dos cursos colegiais; mas não se reduzem a ministrar as noções limitadas que êsses progra-

mas consignam, razão pelo que o seu manuseio será de grande valor não só aos estudantes como aos professôres, e, pelo mesmo motivo, aos que, nas faculdades de filosofia, se preparam para o exercício do magistério. Prestará ainda serviços nos cursos de agronomia, como livro-texto que não poderá ser dispensado, por sua matéria e seu método.

O tratamento de cada assunto neste livro é ameno, porque graduado, mas sempre correto e sempre completo, no nível de apresentação adotado. Ao fim de cada capítulo, encontra-se um sumário, com a visão abreviada da respectiva matéria, bem como um questionário cuidadosamente redigido, pelo qual se poderá aquilatar dos resultados do rendimento do ensino. As ilustrações são abundantes, em desenhos que permitem metodizar as observações diretas. Os exemplos são escolhidos, na maior parte, na flora nacional, a autóctona, ou a aqui aclimada. No fim do volume, dá-se uma lista dos nomes vulgares das plantas mencionadas no texto, seus correspondentes científicos e famílias a que pertencem.

Todos êsses cuidados, quer de exatidão científica, quer de apresentação didática, fazem dêstes livros um poderoso auxiliar do estudo e do ensino. É assim de crer que encontrem a melhor acolhida nas escolas, e ainda e também entre pessoas que desejem bem iniciar-se na Botânica, cujas aplicações são hoje tão numerosas em muitos domínios da técnica, ou ainda entre os que desejem atualizar os seus conhecimentos.

Ao mesmo tempo que ensinam, êstes livros do ilustre Professor Mário Guimarães Ferri conduzem a bem formar o espírito, auxiliando a aquisição de convenientes processos científicos. São excelentes manuais e livros de cultura geral, que a todos interessam.

EDIÇÕES MELHORAMENTOS

PREFÁCIO

A Botânica é o ramo das Ciências Biológicas que se dedica ao estudo das plantas. Seu campo é muito vasto. Abrange todo o reino vegetal, indo das formas de organização extremamente simples, as Bactérias, às que atingiram o máximo de complexidade: plantas superiores.

Iniciando, com êste livro, o estudo da Botânica, trataremos do que há de mais simples: a Organografia, que se dedica aos assuntos ligados à morfologia externa dos vegetais. Estudaremos em primeiro lugar as plantas superiores, que, embora mais complexas, são mais familiares. Os diversos órgãos, em sua apresentação típica e nas divergências do tipo mais freqüente, serão considerados. Um estudo comparativo da organização externa de plantas representativas dos diferentes grupos, terminará o presente livro. Outro, a ser dentro em breve publicado, tratará da organização interna dos vegetais: Anatomia. Um terceiro volume estudará as funções dos diversos tecidos e órgãos: Fisiologia.

Êste livro foi escrito com o intuito de facilitar a tarefa dos que iniciam o estudo da Botânica. Trata de muitos assuntos do programa vigente no curso secundário. Embora bastante resumido, contém mais do que os estudantes dêsse curso precisam aprender, com referência à Organografia vegetal. Não foi limitado ao que lhes é indispensável conhecer, porque nutrimos a esperança de que venha a ser útil também aos alunos que, na escola superior, continuem estudando Botânica, aos próprios professôres secundários, os quais encontrarão nêle uma das diversas maneiras de orientar um curso de Morfologia externa das plantas, e a quantos, fora do âmbito escolar, desejem se informar sôbre o assunto.

Ao fim de cada capítulo o leitor encontrará um sumário cuja finalidade é recordar os pontos essenciais estudados. Esperamos que sirva, ainda, de guia ao professor secundário que, a nosso ver, deveria limitar suas aulas aos assuntos nêle contidos, ilustrando suas explicações com figuras bem escolhidas e, sempre que possível, com farto material vivo.

Ver-se-á logo que, em comparação com o texto muito reduzido, o número de ilustrações é elevado. Foram escolhidos, sempre que possível, exemplos da flora nacional, e, quando não, de plantas, embora exóticas, freqüentes entre nós. Todos os desenhos foram feitos a nanquim por D. Maria José Guimarães, partindo de originais a lápis feitos pelo autor. Os desenhos originais estarão assim marcados. Os restantes são cópias mais ou menos modificadas, de figuras que se encontram

na literatura especializada e seus autores serão, oportunamente, mencionados.

As perguntas, ao fim de cada capítulo, são apenas algumas das que podem ser formuladas. Na maioria dos casos são fáceis, adequadas ao nível secundário. As mais difíceis não deveriam ser utilizadas senão em casos de alunos excepcionais. O bom senso guiará o professor na seleção necessária.

Quanto aos nomes das plantas, foi afastada do texto, dentro do possível, a nomenclatura científica, a fim de remover uma das grandes dificuldades com que o leitor freqüentemente se defronta. Quem desejar, porém, familiarizar-se com essa nomenclatura, o que, aliás, é aconselhável, encontrará no fim do presente volume, uma lista dos nomes vulgares das plantas mencionadas no texto e seus correspondentes científicos. Essa lista é seguida de outra com os nomes científicos de plantas que, também citadas, não encontram correspondentes nomes vulgares. As famílias a que pertencem tôdas essas plantas são, igualmente indicadas.

Sem os recursos do Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da Universidade de São Paulo, não poderíamos ter escrito êste livro.

Inestimável foi a colaboração de D. Else Graf Kalmus, que com extraordinária dedicação e competência facilitou muito nossa tarefa de composição do texto.

D. Maria José Guimarães, igualmente dedicada e paciente, empenhou sua grande habilidade artística no preparo das pranchas que o acompanham.

Outro nome deve ser destacado: o de meu pai, Prof. Mário Ferri, a quem devo inúmeras sugestões para melhorar o estilo e tornar mais compreensível a apresentação de diversos assuntos.

A todos, sinceros agradecimentos.

O AUTOR

São Paulo, maio de 1956

Contrôle do aproveitamento

Quem desejar conhecer seu aproveitamento, fá-lo-á sem dificuldades, respondendo por escrito e de forma sucinta, as 10 perguntas feitas no final de cada capítulo. Após conferir as respostas, relendo-o, atribuirá a cada uma, quando correta, o valor de 1 ponto. Ao terminar o livro, considerará o aproveitamento, segundo o número de pontos que obtiver: 50 — satisfatório; 70 — bom; 90 — ótimo; 100 — excepcional.

ÍNDICE

À Ruth

ADVERTÊNCIA

Desde o aparecimento da vida sôbre a Terra, decorreu um período avaliado em cêrca de dois bilhões de anos. Foi, pois, no desenrolar dêsse tempo que se processou a evolução.

Partindo de formas primitivas muito simples, ela originou outras de complexidade crescente até à das plantas e animais superiores dos dias atuais. Embora jamais tenha cessado, opera tão lentamente que seus resultados escapam, em geral, à percepção imediata.

Dos inúmeros sêres vivos surgidos no transcorrer dos tempos, muitos foram eliminados. Os que hoje habitam a Terra constituem apenas parte dos que a evolução produziu.

A evolução pressupõe superprodução de indivíduos entre os quais haja variabilidade de caracteres. Não podendo sobreviver todos, serão eliminados aquêles cuja adaptação ao meio seja inferior. Êsse processo de eliminação de certas formas e manutenção de outras chama-se seleção natural.

A variabilidade dos indivíduos pode ser determinada por dois mecanismos diversos: 1 — combinações novas dos caracteres hereditários dos ancestrais; 2 — mutações. Mutações são mudanças repentinas que ocorrem espontâneamente, sem causa conhecida, no patrimônio hereditário.

Em qualquer dos casos, tais mudanças podem ser favoráveis, indiferentes ou desfavoráveis, consideradas as condições do meio no momento em que ocorreram. Se um novo caráter fôr favorável, será mantido com a espécie, porque ela terá vantagem sôbre as que não o possuem. Caracteres indiferentes podem, igualmente, ser mantidos. Só os desfavoráveis são eliminados pela seleção.

Da eliminação dos caracteres prejudiciais resulta o seguinte: as espécies hoje existentes apresentam-se, em geral, bem adaptadas ao seu ambiente, e refletem essa adaptação nos seus mínimos detalhes. Poder-se-ia imaginar que tudo se tivesse desenvolvido e orientado segundo um plano preconcebido, de tal sorte que cada caráter se tivesse originado para determinado fim.

Essa concepção foi, realmente, formulada e defendida por inúmeros cientistas do passado, sendo conhecida como finalismo.

A rápida exposição, feita acima, do mecanismo da evolução reflete o ponto de vista hoje aceito, e exclui a hipótese finalista. Em vez de se admitir que certo caráter se haja desenvolvido para desempenhar uma função determinada, como querem os finalistas, concebe-se hoje tenha êle surgido por acaso; e, capaz do exercício dessa função, passou a desempenhá-la.

É conveniente recordar que, quando surge um novo caráter, êle não se apresenta, a não ser em casos de extrema simplicidade, na forma definitiva, perfeitamente adaptada a certa função. Novas mudanças aparecem sucessivamente e sua seleção determina o aperfeiçoamento do caráter em aprêço.

Quem diz, por exemplo: "A fôlha possui clorofila para realizar fotossíntese" usa linguagem finalista. Dir-se-á, segundo os conceitos modernos: "A fôlha, tendo clorofila, pode realizar fotossíntese".

De sabor finalista são, igualmente, as seguintes expressões: "A fim de evitar o excesso de transpiração, a planta reduz a superfície de suas fôlhas" e "As flôres desenvolvem corolas vistosas para atraírem insetos e pássaros". Essas frases, além de conterem a idéia de evolução segundo um plano preconcebido, atribuem à planta e às suas partes capacidade de discernimento e opção. Expressões como essas devem ser evitadas. Pode-se encontrar uma forma de exprimir os mesmos fatos sem incorrer nos mencionados erros. Por exemplo: "A planta de superfície foliar reduzida tem menor transpiração" e "As flôres com corolas vistosas atraem insetos e pássaros".

Muitas vêzes, no entanto, escrevem-se frases que se prestam à interpretação finalista, sem que houvesse, ao redigi-las, o intuito de atribuir-lhe tal interpretação. Age-se inadvertidamente, por causa de velhos hábitos. Em verdade, é muito difícil, tal é a fôrça da linguagem cotidiana, fugir-se, de modo absoluto, ao emprêgo de expressões de cunho finalista.

Apesar do máximo empenho em expurgar o presente livro dessas expressões, algumas terão persistido. Não desejando sua inclusão entre os finalistas, redigiu esta advertência

O AUTOR

1 — A ORGANIZAÇÃO DAS PLANTAS SUPERIORES, PRINCIPALMENTE ANGIOSPERMAS

Se arrancarmos uma plantinha de feijão, de cêrca de uma semana de idade, veremos que ela apresenta o aspecto indicado na fig. 1. Na sua base se encontrà um sistema de eixos ramificados que fixavam a planta ao solo. São as raízes que partem de um eixo central que se projeta para fora do solo e suporta, na parte superior, um par de fôlhas. Êste órgão é o caule. As fôlhas aqui figuradas são as fôlhas primárias. Apresentam uma lâmina indivisa que é percorrida por um sistema de nervuras ramificadas. Entre as duas fôlhas existe um brôto, o chamado botão vegetativo terminal, que determinará o crescimento do caule e formará ramos e novas fôlhas. Cada fôlha formada após o primeiro par, ostentará sua lâmina tripartida ou trifoliolada, como se costuma dizer. Nesta plantinha percebemos ainda, prêsas ao caule, abaixo das fôlhas, duas saliências chamadas cotilédones. Trata-se de duas fôlhas atípicas, pois que são muito curtas e espêssas, funcionando como órgãos de reserva da semente. Na fig. 2 vemos um estágio bem anterior do desenvolvimento de uma plantinha de feijão. Verificamos logo que os cotilédones estão aqui mais desenvolvidos, enquanto que todo o resto da planta tem um desenvolvimento muito menor. À medida que a planta cresce, consome as reservas dos cotilédones que vão pouco a pouco regredindo e, finalmente, caem. Quando isso acontece, a planta já tem bastantes raízes que lhe permitem retirar água e sais minerais do solo, e um número suficiente de fôlhas para garantir-lhe a produção de todo o alimento orgânico de que necessita para manter-se e crescer.

Se arrancarmos, em seguida, uma planta de milho, veremos que essas mesmas partes fundamentais, raízes, caule e fôlhas, estão aí presentes. As raízes, porém, não mostram, em seu conjunto, nenhuma de desenvolvimento predominante. São tôdas equivalentes e partem da base do caule, como vemos na fig. 3.

Enquanto que na plantinha de feijão tínhamos um sistema radicular ramificado, no milho encontramos um sistema fasciculado, isto é, as raízes formam um feixe. O caule, igualmente, não tem, no milho, o mesmo aspecto que no feijão. No milho (Fig. 4) êle se apresenta dividido em gomos, os entrenós, separados por discos transversais, os nós, de onde partem as fôlhas que têm, do mesmo modo, um aspecto diverso do das fôlhas de feijão. Apresentam nervuras paralelas e não ramificadas, como naquele caso. É por êsse motivo que, ao se tomar uma fôlha de milho entre os indicadores e polegares das duas mãos e ao se fazer um esfôrço no sentido transversal ao eixo maior da fôlha, esta se rompe em linha reta, entre as nervuras, isto é, na zona de menor resistência. Se se fizer o mesmo com uma fôlha de feijão, ela se rasga em linha irregular, porque não possui uma zona de menor resistência, predeterminada e delimitada por nervuras paralelas. Outra diferença: na parte aérea da plantinha de milho não se encontram cotilédones. O milho é uma planta em que só existe um dêstes órgãos e, êste mesmo, muito atrofiado, não sai do interior da semente, quando esta germina. A fig. 5 mostra, justamente,

PRANCHA I

Figura 1 — Plantinha de feijão de uma semana de idade: *rp* — raiz principal; *rs* — raízes secundárias; *co* — cotilédones; *ca* — caule; *fp* — fôlha primária; *b* — botão vegetativo terminal. Original.

Figura 2 — Plantinha de feijão um dia após emergir do solo: *r* — raízes, *co* — cotilédones; *ca* — caule; *fp* — fôlhas primárias. Original.

Figura 3 — Parte basal de uma planta de milho com seu sistema radicular fascículado — *rf*. Original.

Figura 4 — Parte terminal de uma planta de milho: *n* — nó; *e* — entrenó. Original.

Figura 5 — Semente recém-germinada de milho, num corte longitudinal mediano: *r* — raiz; *es* — escutelo; *en* — endosperma; *b* — botão vegetativo; *f* — fôlhas; *col* — coleoptile[1]. Seg. Baillon, modif.

Figura 6 — Ramo com fôlhas de café: *f* — fôlhas; *ca* — caule. Original.

Figura 7 — Flor de café: *c* — cálice; *cr* — corola; *pi* — pistilo; *est* — estames. Original.

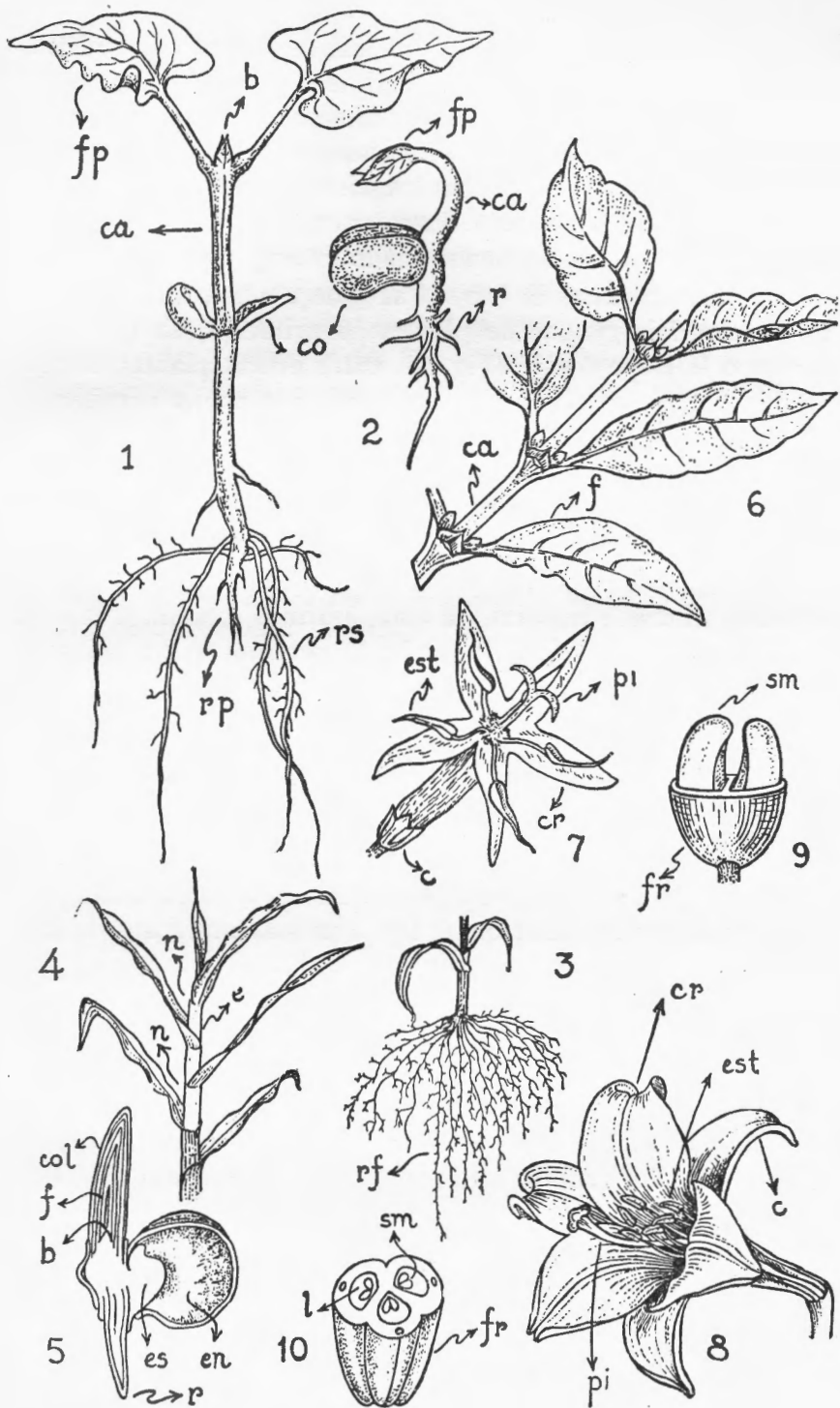
Figura 8 — Flor de lírio: *c* — cálice; *cr* — corola; *pi* — pistilo; *est* — estames. Original.

Figura 9 — Fruto cortado de café: *fr* — fruto; *sm* — sementes. Original.

Figura 10 — Fruto cortado de lírio; *fr* — fruto; *l* — lojas; *sm* — sementes em desenvolvimento. Original.

---

1 A primeira fôlha que se desenvolve, quando uma semente de Gramínea germina, chama-se coleoptile. Tem o aspecto de um cilindro ôco, por dentro do qual se desenvolvem as outras partes da planta. Para isso perfuram a coleoptile quando esta pára de crescer.

fp
b
fp
ca
ca
co
r
1
2
ca
f
6
rs
rp
est
pi
sm
cr
7
9
c
fr
4
n
e
n
3
cr
est
col
f
b
rf
c
sm
l
fr
5
es
en
10
8
r
pi

uma plantinha recém-nascida de milho. No interior da semente, que ainda não se esgotou totalmente, reconhecemos êste cotilédone único, muito reduzido, chamado escutelo, que não funciona como órgão de reserva, mas sim como um elemento que transmite à plantinha em crescimento, as reservas armazenadas no resto da semente. Essas reservas se dispõem ao lado do escutelo, num tecido denominado endosperma.

Pelo que acabamos de ver, já se esboça a necessidade de se estabelecer dois grupos de plantas: o primeiro, ao qual pertencem o feijão e o café (Fig. 6), entre outras plantas, recebe o nome de Dicotiledôneas; o segundo, que reúne o milho, o lírio, etc., é o grupo das Monocotiledôneas.

Continuando seu crescimento, tais plantas irão, eventualmente, florescer, frutificar e produzir sementes. As flôres do primeiro grupo não diferem, em sua organização fundamental, das do segundo, pois que todos os elementos essenciais estão presentes numas e noutras. Se compararmos, porém, a flor de café da fig. 7, com a de lírio da fig. 8, veremos que a primeira é organizada à base do número 5, e a segunda, do número 3. Realmente, na flor de café encontramos: 5 segmentos (sépalas) constituindo o cálice (na Fig. 7 só aparecem 3 porque os 2 restantes estão do lado posterior da flor); 5 segmentos (pétalas) que formam a corola; e 5 estames. Na flor de lírio, representada à fig. 8, temos: 3 segmentos do cálice; 3 da corola; e 6 estames, dispostos em 2 ciclos de 3, isto é, 3 ficam mais para fora, 3 mais para o interior. A fig. 9 mostra um fruto de café cortado transversalmente. Êste possui duas lojas e, em cada uma, existe só uma semente. Na fig. 10 vemos um corte do fruto de lírio, com suas 3 lojas, cada qual com muitas sementes.

Resumindo, podemos dizer:

1. As plantas que produzem flôres e frutos distribuem-se por dois grandes grupos: o das Monocotiledôneas e o das Dicotiledôneas.

2. As Monocotiledôneas possuem raízes fasciculadas, fôlhas com inervação paralela, flôres organizadas à base do número 3; frutos com um número de lojas igual a 3 ou seu múltiplo; se-

mentes com um só cotilédone reduzido, que não funciona como órgão de reserva.

3. As Dicotiledôneas são plantas que possuem raízes ramificadas, entre as quais se destaca uma principal; fôlhas de inervação reticulada; flôres organizadas à base dos números 2 e 5; frutos igualmente organizados à base dos mesmos números; 2 cotilédones que podem funcionar como órgãos de reserva [1].

Outras plantas há que produzem flôres, mas destas não se desenvolvem frutos. Suas sementes estão, por conseguinte, em contato direto com o meio. São sementes nuas. Daí o nome de Ginospermas, dado a êsse grupo de plantas. Entre elas figura, por exemplo, a planta que produz o pinhão, isto é, o pinheiro do Paraná, tão característico das paisagens do sul do Brasil.

Tôdas as plantas que produzem flor, recebem o nome de Fanerógamas. Divide-se, pois, êste grupo, como vemos, em 2 subgrupos: um que desenvolve frutos, o das Angiospermas, que abrange as Mono e as Dicotiledôneas, e outro, o das Ginospermas, em que faltam os frutos.

Há plantas que nem flôres formam e que se distribuem por várias classes reunidas num grupo muito extenso, ao qual se deu o nome de Criptógamas. Êste grupo abrange as Algas, os Fungos, os Musgos, as Hepáticas e as Pteridófitas (nossas avencas e samambaias, por exemplo, se enquadram neste último grupo). Destas plantas só mais tarde trataremos. Nossa atenção se concentrará, por enquanto, naquelas que produzem flôres, especialmente as Mono e Dicotiledôneas que são, entre nós, as plantas terrestres mais freqüentes e vistosas. Antes disso, porém, desejamos apresentar, num quadro sinóptico, as principais divisões do reino vegetal.

I — *Fanerógamas:* plantas com flôres.
  1. *Angiospermas:* que produzem frutos.
    a) Monocotiledôneas: com 1 cotilédone.
    b) Dicotiledôneas: com 2 cotilédones.
  2. *Ginospermas:* sem frutos.

---

1 É oportuno lembrar aqui que para tôdas estas regras podemos encontrar exceções. Assim, o copo-de-leite, que é Monocotiledônea, forma fôlhas com inervação reticulada; as quaresmeiras, ao contrário, Dicotiledôneas, possuem fôlhas de inervação paralela (curvinérvia); o maracujá e a abóbora desenvolvem frutos tricarpelares, embora sejam Dicotiledôneas e o abacateiro, pertencendo ao mesmo grupo, forma flôres organizadas, inteiramente, à base do número 3 (3 sépalas, 3 pétalas, vários ciclos de 3 estames).

II — *Criptógamas:* plantas sem flôres.

1. Pteridófitas.
2. Musgos.
3. Hepáticas.
4. Algas.
5. Fungos.

   (Liquens)[2]

PERGUNTAS

1. Quais as partes fundamentais de uma planta superior e quais suas funções básicas?

2. Como se distinguem as Fanerógamas das Criptógamas? Dê exemplos.

3. Como se distinguem as Angiospermas das Ginospermas? Dê exemplos.

4. Como se distinguem as Mono das Dicotiledôneas? Dê exemplos.

5. Em que difere o sistema radicular de feijão do de milho?

6. Em que difere a fôlha de feijão da de milho?

7. Que são e para que servem os cotilédones?

8. Em que difere, quanto aos cotilédones, uma plantinha de feijão, de outra de milho?

9. Quantas sementes apresenta um fruto de café?

10. Qual a planta que produz o pinhão, a que grupo pertence e em que parte do Brasil é mais freqüente?

---

2 A palavra Liquens é aqui posta entre parêntesis porque, como veremos oportunamente, não representa um grupo de plantas equivalente aos demais. Trata-se, na verdade, de associações entre certas Algas e determinados Fungos, associações essas em que ambos os componentes se beneficiam mùtuamente (simbiose).

2 — A RAIZ

São as raízes que fixam o vegetal ao solo de onde retiram, principalmente, água e sais minerais. Examinando-se a parte terminal de uma raiz, verifica-se que ela tem o aspecto esquematizado na fig. 11. Sua ponta é recoberta por um capuz que a ela se ajusta como um dedal a um dedo, e que se destaca fàcilmente. Êste órgão é a coifa, cuja função principal é protetora: amortece o atrito da raiz em crescimento, contra as partículas de solo. Nas plantas aquáticas a coifa é especialmente desenvolvida, e, como se vê na fig. 12, pode ser constituída de várias camadas superpostas. Admite-se que nestas plantas, sua principal função seja proteger as partes delicadas da extremidade da raiz, contra ataques de microrganismos, sobretudo Bactérias, que na água vivem em abundância. A uma certa distância, a partir da coifa, começam a aparecer ramificações da raiz principal. São tanto mais velhas e mais desenvolvidas quanto mais afastadas da ponta da raiz, onde se formam. Entre esta região de ramificação e a coifa acha-se uma zona que não se ramifica e, por êsse motivo, é chamada região desnuda. É aí que se verifica o maior crescimento da raiz, crescimento que se faz por distensão. Dêsse fato lhe provém outro nome freqüente: região de distensão. Não é difícil compreender-se porque aí não devem existir ramificações. Estas se desenvolvem entre as partículas de solo, onde se fixam firmemente, e, caso houvesse crescimento da raiz, na região onde elas se encontram, seriam fàcilmente arrancadas.

Nem tôdas as plantas têm um sistema radicular do mesmo tipo. Quando encontramos uma raiz central muito desenvolvida, penetrando verticalmente no solo, falamos em raiz pivotante e suas ramificações têm desenvolvimento quase desprezível, como é o caso, por exemplo, em nabos, cenouras, etc. (Fig. 13). A maioria das árvores e arbustos do grupo das Dicotiledôneas possui sistema radicular ramificado. Êste apresenta uma

raiz principal, de onde partem ramificações de menor desenvolvimento. A raiz principal penetra, via de regra, verticalmente no solo, isto é, apresenta geotropismo positivo, como se costuma dizer. As raízes secundárias são oblíquas em relação à principal. Êste sistema de raízes é o representado pela fig. 14, enquanto que a fig. 15 mostra o sistema radicular mais freqüente entre as Monocotiledôneas. Trata-se aqui de raízes fasciculadas, entre as quais não podemos distinguir, nem pela posição, nem pelo desenvolvimento, uma principal. Certas plantas, como a beterraba representada na fig. 16, possuem uma raiz axial que penetra verticalmente no solo onde se ramifica. Essa raiz, em sua parte próxima à superfície da terra é extremamente desenvolvida, formando um verdadeiro tubérculo. As raízes representadas na fig. 13, também são tuberosas. Seu grande desenvolvimento é determinado pelo acúmulo, no interior dos seus tecidos, de substâncias alimentares[1]. Em ambos os casos considerados, é a raiz principal que se transforma em tubérculo. No caso da fig. 17, que representa o sistema radicular da batata-doce, a raiz principal não é tuberosa,

---

1 Na batata doce o que se acumula é especialmente amido, enquanto que na beterraba é açúcar. Nas raízes de dália, além do amido, encontra-se, com certa freqüência, outro hidrato de carbônio, a inulina, como reserva.

P R A N C H A I I

Figura 11 — Extremidade de uma raiz mostrando a coifa — *cf*, a região desnuda ou de distensão da raiz principal — *rp; rs* — raízes secundárias. Original.

Figura 12 — Extremidade de uma raiz aquática, mostrando a coifa *cf*, composta de duas camadas superpostas. Original.

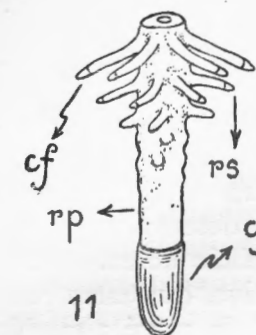
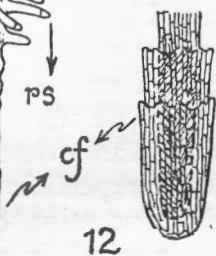
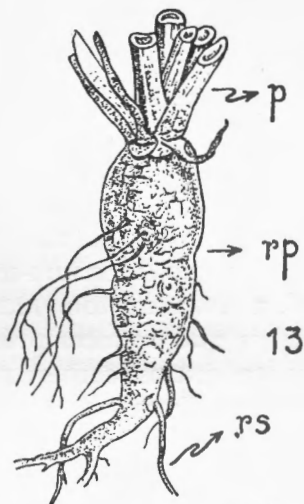
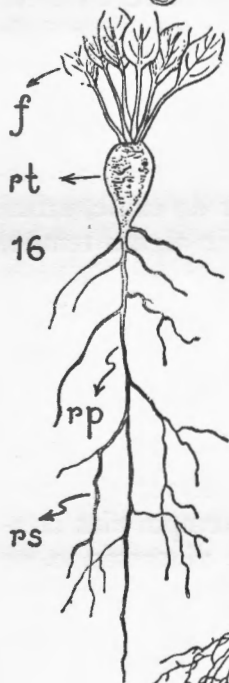
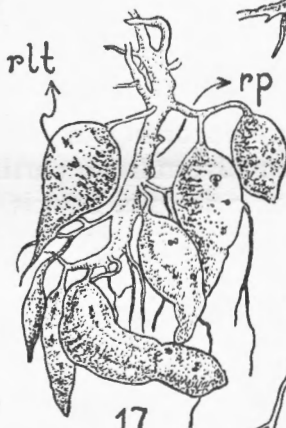
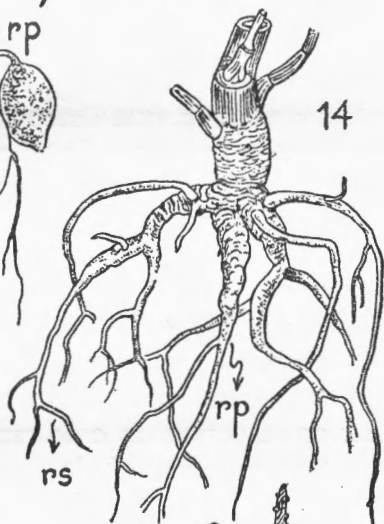
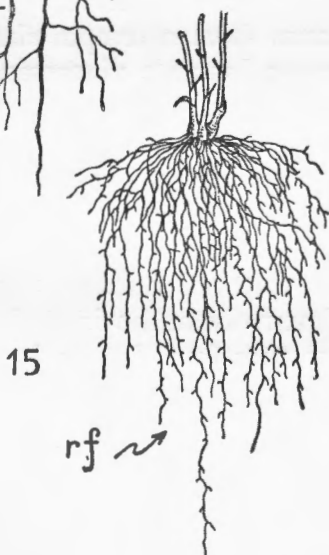
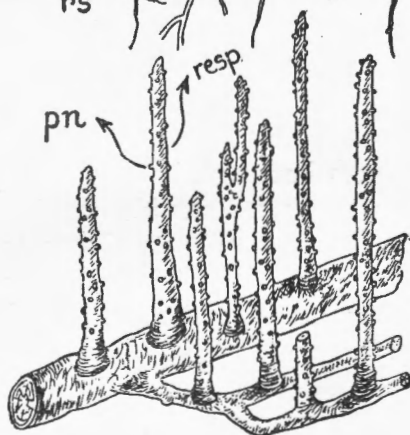
Figura 13 — Raiz pivotante de nabo: *p* — restos dos pecíolos; *rp* — raiz principal tuberificada; *rs* — raízes secundárias. Seg. Font Quer, modif.

Figura 14 — Sistema radicular ramificado de uma planta Dicotiledônea: *rp* — raiz principal; *rs* — raízes secundárias. Seg. Font Quer, modif.

Figura 15 — Sistema radicular fasciculado — *rf*, de uma planta Monocotiledônea. Original.

Figura 16 — Planta de beterraba, mostrando as fôlhas — *f* e a raiz principal tuberosa — *rt;* esta se prolonga por um eixo vertical — *rp*, o qual apresenta várias ramificações — *rs*. Original.

Figura 17 — Raízes tuberosas de batata-doce. A raiz principal — *rp* é normal e algumas raízes secundárias, laterais — *rlt*, são tuberosas. Baseado em fotografia de Holman e Robbins.

Figura 18 — Raízes respiratórias (pneumatóforos) — *resp*, de *Avicenia tomentosa*, mostrando as lenticelas por onde se dá o arejamento (pneumatódios) — *pn*. Seg. Schimper, modif.

cf
rs
rp
11
cf
12
p
rp
13
rs
f
rt
16
rp
rs
rlt
rp
17
14
rp
rs
15
rf
pn
resp
18

mas sim algumas de suas ramificações. O mesmo fato ocorre com as raízes de dália.

Até agora tratamos dos sistemas radiculares que se desenvolvem subterrâneamente. Como veremos a seguir, há também a considerar raízes aquáticas e aéreas. Um caso interessante é o representado pela fig. 18. Trata-se de certas raízes freqüentemente formadas por plantas que vivem em terrenos alagadiços. No caso figurado, mostram-se as raízes de um componente do mangue[2], a *Avicenia tomentosa.* Esta planta desenvolve, a partir de raízes que crescem próximo da superfície do solo, horizontalmente, outras, com geotropismo negativo, que saem para fora da terra. Essas raízes atingem o nível da maré alta. Na vazante ficam expostas ao ar e como em tôda a sua superfície apresentam pequenos orifícios (lenticelas), por onde pode haver arejamento, funcionam como órgãos de respiração. Por êsse motivo essas raízes têm o nome de pneumatóforos e os orifícios, pneumatódios. No mangue encontramos outra planta, a *Rhizophora mangle,* que desenvolve raízes a partir do caule, raízes essas que crescem em direção ao solo. Depois de algum tempo, esta planta aparece com o aspecto representado na fig. 19. Essas raízes caulinares ampliam a base da planta e com isso aumentam seu sistema de fixação, o que lhe é muito conveniente no solo movediço do mangue.

Raízes de suporte, de origem caulinar, encontram-se também em outras plantas, como certas figueiras. Estas raízes partem de ramos quase horizontais e se dirigem verticalmente para o solo, onde penetram e se ramificam. Com o tempo, elas crescem e se espessam muito; tornam-se bastante vigorosas, e, se porventura o tronco principal fôr destruído, elas serão capazes de suportar tôda a copa.

Em certas figueiras ainda, bem como em muitas outras plantas de florestas densas, podemos encontrar raízes que se desenvolvem bem próximo à superfície do solo. Crescendo em espessura, mais no sentido vertical do que nos outros, tornam-se chatas como tábuas. Como se desenvolvem horizontalmente, próximo à superfície do solo, saem para fora, formando verdadeiras pranchas aderentes à base do tronco, como se vê na

---

2 O mangue é uma região vizinha das costas marítimas, invadida periòdicamente pela água do mar, nas marés altas. Uma vegetação tôda especial caracteriza essa região.

fig. 20. Estas raízes, chamadas tabulares, a um tempo ampliam a base da planta, o que lhe dá maior estabilidade, e aumentam a superfície respiratória. Sua utilidade, neste sentido, é evidente, pois que tais plantas crescem num solo geralmente rico em microrganismos, os quais concorrem com as numerosas raízes, pelo pouco oxigênio existente.

Não são excepcionais os casos de desenvolvimento de raízes caulinares. O caule pode, na verdade, muito freqüentemente, formar raízes adventícias em qualquer parte. No caso do milho, representado na fig. 21, os nós inferiores da planta, geralmente desenvolvem tais raízes que se dirigem para o solo. Aí penetram e aumentam a fixação da planta, permitindo, além disso, a exploração de uma área mais vasta de solo.

A fig. 22 representa um dos muitos casos de raízes caulinares desenvolvidas por plantas epifíticas, isto é, que vivem sôbre outras, sem, contudo, parasitá-las. Trata-se, especìficamente, do caso de um *Philodendron,* às vêzes conhecido vulgarmente como imbé. Tais plantas são muito freqüentes em nossas florestas tropicais úmidas. As raízes mencionadas partem do caule e se dirigem verticalmente para o solo, podendo atingir o comprimento de algumas dezenas de metros. São muito resistentes e, por isso, freqüentemente, usadas como cipós[3]. Atingindo o solo, tais raízes aí penetram e se ramificam. Enquanto estão expostas ao ar, mantêm-se, geralmente, sem ramificações. Quando, porém, um acidente qualquer destrói sua ponta, todo o equilíbrio da planta é perturbado e essas raízes podem se ramificar, mesmo antes de penetrarem no solo.

São freqüentes os casos de plantas epifíticas, cujas raízes aéreas descem envolvendo o tronco da planta hospedeira. Podem essas raízes crescer e se espessar muito, impedindo à hospedeira continuar seu crescimento. Acontece, então, muitas vêzes, que a hospedeira morre. Mas quando isso se verifica, a trama de raízes da epífita já atingiu o solo, onde se fixou fortemente. Assim, mesmo que haja decomposição do tronco da hospedeira, o corpo do mata-pau, como tais epífitas são freqüentemente chamadas, tem à sua disposição, já perfeitamente desenvolvido, um sistema de suporte muito conveniente (Fig. 23).

---

3 Os pescadores de Santos, por exemplo, empregam tais cipós para amarrar suas rêdes.

Caso interessante é o de certas plantas aquáticas, que, além das raízes normais, para absorção, formam outras, curtas e grossas, constituídas por um tecido frouxo, com muitos buracos que permitem a armazenagem de ar. É, por exemplo, o que acontece com a *Jussiaea,* representada na fig. 24, em que tais raízes servem, a um tempo para a flutuação de tôda a planta e para respiração.

Queremos mencionar, em último lugar, o caso de certas raízes desenvolvidas por plantas parasitas, como as nossas ervas-de-passarinho[4]. A semente de uma dessas plantas germina sôbre o caule de uma hospedeira. Forma logo uma raiz que se orienta verticalmente em relação à superfície dêsse caule e aí desenvolve um órgão de contato que cresce pouco a pouco, e tem o nome de apressório. Do interior dêsse órgão de fixação partem raízes muito finas, os haustórios, que penetram até aos vasos da planta hospedeira, de onde retiram os alimentos de que a parasita carece para viver (Fig. 25). Essas raízes são, pois, transformadas nos órgãos sugadores que caracterizam as para-

---

4 As sementes das ervas-de-passarinho (como as de muitas outras plantas), passam incólumes pelo tubo digestivo dos pássaros que as depositam com as fezes, nos ramos das plantas em que pousam. Outras sementes grudam à superfície do bico do pássaro, pois são revestidas por uma substância pegajosa. Mais tarde, quando o pássaro limpa o bico no ramo em que pousa, tais sementes podem aí ser depositadas.

PRANCHA III

Figura 19 — Sistema de raízes escoras — *re,* de *Rhizophora mangle; ca* — caule. Baseado numa fotografia tirada perto de São Vicente e pertencente ao Departamento de Botânica da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.

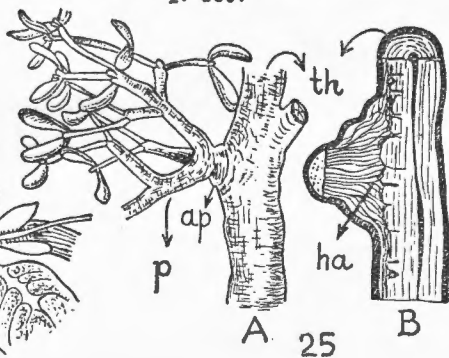
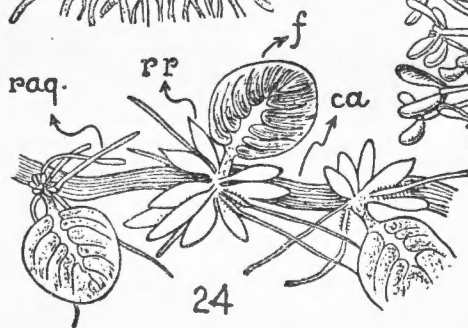
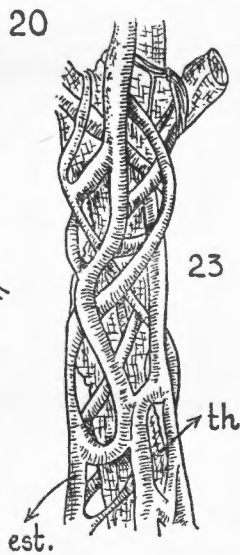
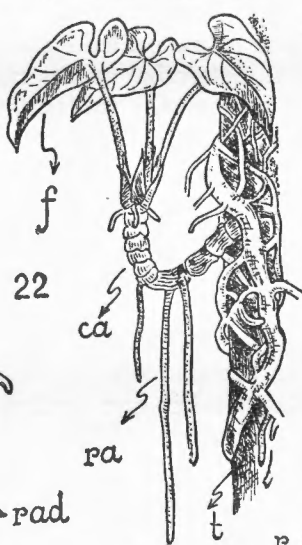
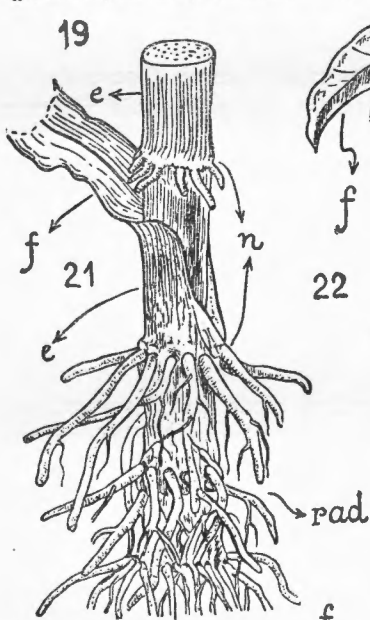
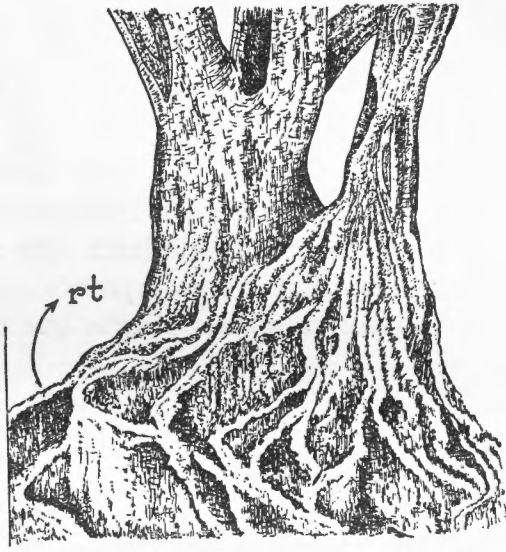
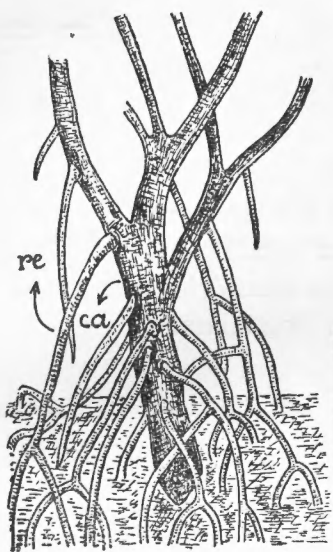
Figura 20 — Raízes tabulares — *rt,* de uma figueira. Baseado numa fotografia tirada no Jardim Botânico de Ceilão e reproduzida por Wettstein.

Figura 21 — Base de uma planta velha de milho: *n* — nó; *e* — entrenó; *f* — base de uma fôlha; *rad* — raízes adventícias. Original.

Figura 22 — *Philodendron* sp. sôbre um tronco hospedeiro — *t; f* — fôlhas; *ca* — caule; *ra* — raízes aéreas. Original.

Figura 23 — Sistema de raízes estrangulantes — *r. est,* de um "matapau"; *th* — tronco da planta hospedeira em decomposição. Baseado numa fotografia tirada numa praça do Rio de Janeiro e pertencente ao Departamento de Botânica da Fac. Fil., Ciências e Letras.

Figura 24 — Fragmento de uma planta aquática, *Jussiaea* sp., mostrando as raízes submersas, normais, para absorção — *raq,* e as raízes respiratórias — *rr,* que servem também como elementos de flutuação; *f* — fôlha; *ca* — caule. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 25 — *A* — erva de passarinho — *p,* sôbre um tronco hospedeiro — *th; ap* — apressório; *B* — seção mostrando os haustórios — *ha,* que penetram no interior da planta hospedeira. *A* — seg. Bonnier e *B* — seg. Kerner, ambas modificadas.

re
ca
rt
19
20
e
f
n
21
22
f
ca
ra
t
23
th
r. est.
rad
th
f
rp
raq.
ca
ap
p
ha
24
A
25
B

sitas verdadeiras. Muitas destas plantas, na verdade, têm seu corpo todo transformado num sistema de apressórios e haustórios; sua existência quase que só se revela na época da floração. É o que acontece, por exemplo, com a planta que produz a maior flor do mundo, a *Rafflesia arnoldii*, nativa em florestas da Sumatra. Essa flor pode atingir até 1 metro de diâmetro e, no entanto, o corpo da planta que a produz é constituído, quase que totalmente, por apressórios e haustórios que se distribuem pelas raízes das plantas que a hospedam.

SUMÁRIO

1. A raiz é, normalmente, o órgão de fixação da planta ao solo, e de absorção de água e sais minerais, principalmente.

2. As raízes podem ser terrestres, aquáticas ou aéreas.

3. As raízes terrestres podem formar um sistema ramificado (Dicotiledôneas) ou fasciculado (Monocotiledôneas). Pode haver acúmulo de reservas na raiz principal (beterraba) ou nas raízes laterais (batata-doce). Neste caso as raízes são chamadas tubérculos. As principais reservas são açúcar (beterraba) e amido (batata-doce).

4. Em solos pantanosos, com arejamento deficiente, podem se desenvolver raízes respiratórias *(Avicenia tomentosa)*.

5. Dentre as raízes aquáticas destacamos, além do tipo normal, para absorção, as que servem como órgãos de flutuação e respiração *(Jussiaea)*.

6. Das raízes aéreas, de origem caulinar, salientam-se as raízes escoras de certas figueiras e as de plantas que crescem nos terrenos alagadiços do mangue. São do mesmo tipo, as raízes adventícias do milho. Caulinares, também, são as raízes que formam cipós muito compridos, desenvolvidas por epífitas, como as plantas do gênero *Philodendron*.

7. As raízes tabulares, formadas por algumas figueiras, pau-d'alho, etc., podem servir para fixação e respiração.

8. Interessante é a transformação de raízes em órgãos sugadores — haustórios — que encontramos nas parasitas, como as ervas-de-passarinho, o cipó chumbo, etc.

PERGUNTAS

11. Que é coifa e qual sua função nas plantas terrestres e aquáticas?

12. Por que não devem existir ramificações na região desnuda da raiz?

13. Como se distingue o sistema radicular fasciculado do ramificado?

14. Que são raízes tuberosas? Dê exemplos.

15. Que são raízes respiratórias? Dê exemplos.

16. Cite exemplos de raízes que não sejam subterrâneas.

17. Que são raízes estrangulantes? Dê exemplos.

18. Que são raízes tabulares? Dê exemplos.

19. Que são raízes sugadoras? Em que plantas ocorrem?

20. Que substâncias são, com maior freqüência, armazenadas nas raízes?

3 — O CAULE

O caule é o elemento de ligação entre as raízes e as fôlhas. Para isso possui, em seu interior, um sistema de tubos, os vasos lenhosos e liberianos, que se encarregam do transporte de materiais, em ambos os sentidos, entre a copa e o sistema radicular. Além disso suportam o pêso da copa, no que são auxiliados por fibras que lhe dão grande resistência. Em geral o caule novo é verde. Possui o mesmo pigmento, a clorofila, que dá às fôlhas essa côr e que lhes faculta produzir material orgânico (principalmente hidratos de carbônio), por um processo em que a energia luminosa desempenha papel preponderante, a fotossíntese. À medida que o caule envelhece, a clorofila se degrada e a côr verde é, pouco a pouco, substituída por uma coloração acinzentada ou parda, devido à impregnação dos tecidos por certas substâncias que a própria planta elabora.

Do mesmo modo que a raiz, o caule pode ser aéreo, subterrâneo ou aquático. Distingue-se da raiz por apresentar, além das fôlhas, gemas ou botões vegetativos, os quais, ao se desenvolverem, darão origem a ramos e a novas fôlhas. A maioria destas gemas fica no estado de repouso, nas axilas de fôlhas normais ou de fôlhas muito reduzidas, transformadas em verdadeiras escamas. Tais gemas são, por isso, chamadas gemas dormentes e, em condições que serão estudadas oportunamente, podem despertar.

Considerados em seus detalhes, agrupam-se os caules aéreos em três tipos essenciais: tronco, estipe e côlmo.

A fig. 26 representa o tronco de um cacaueiro[1]. É um caule robusto, lenhoso, com desenvolvimento maior na base e apre-

1 Chamamos a atenção do leitor para o interessante fenômeno da caulifloria, que aqui se observa: é a produção de flôres — das quais posteriormente se podem desenvolver frutos — no tronco e em ramos velhos, partindo de gemas dormentes. Além do cacaueiro, outras plantas, como a jabuticabeira, exemplificam tal fato.

sentando, no ápice, ramificações. Encontra-se na maioria das árvores e arbustos, do grupo das Dicotiledôneas[2].

Estipe é um caule que também se pode desenvolver muito e tornar-se bastante resistente, mas em geral não se ramifica. Em seu ápice apresenta um tufo de fôlhas que a êle se prendem diretamente. O caso típico é o das palmeiras. Na fig. 27 apresentamos o exemplo de uma palmeira do nordeste brasileiro, a carnaúba. Nestes caules, a única ramificação que normalmente ocorre, aparece quando a planta madura floresce. A inflorescência é, na verdade, um ramo caulinar modificado.

Os colmos também não se ramificam, em geral. Distinguem-se das estipes por se apresentarem, em tôda a extensão, nìtidamente divididos em gomos. Êstes, os chamados entrenós, são separados uns dos outros por discos transversais, os nós. Côlmo típico é o caule da cana-de-açúcar, representado na fig. 28. Seus gomos são cheios de um tecido (medula) rico de líquido açucarado. No bambu, a medula se desintegra durante o desenvolvimento do côlmo, de maneira que êle se torna ôco. Trata-se, como costumamos dizer, de um côlmo fistuloso. As figs. 29 e 30 representam, respectivamente, um segmento de côlmo fistuloso de bambu e outro, de côlmo cheio, de cana-de-açúcar.

Os caules que se ramificam podem fazê-lo por processos diversos. Queremos destacar entre êstes, os três tipos mais freqüentes de ramificação: a monopodial, a simpodial e a que dá origem a um dicásio. No primeiro tipo, o eixo principal da planta é constituído por tecidos formados sempre pela mesma gema ou botão terminal. Outras gemas podem se desenvolver ao lado, formando ramos dêsse eixo principal. Êsse desenvolvimento está representado, esquemàticamente, na fig. 31.

A fig. 32 mostra como se desenvolve a ramificação simpodial. O eixo principal da planta é formado por tecidos que provêm de diversas gemas, as quais se substituem periòdicamente. Assim, depois de certo tempo de atividade, que permite a formação de uma parte do eixo principal, a primeira gema atrasa seu crescimento e uma gema lateral, que agora cresce mais, coloca-se

---

2 Há, entretanto, Dicotiledôneas cujo caule não se ramifica. Exemplos: o mamoeiro e o guapuruvu, nos primeiros anos de vida. Nas matas tropicais úmidas, como por exemplo em nossas matas costeiras, caules dêsse tipo são freqüentes. Pode-se ver nisso uma vantagem para a sobrevivência da espécie. As plantas precisam expor sua copa à luz. Na mata densa, plantas com poucos ramos podem crescer fàcilmente através de pequenos espaços, os quais não seriam suficientes para a passagem de copas muito ramificadas e desenvolvidas.

no prolongamento do eixo da planta, deixando ao lado a primeira. Depois, uma terceira gema substitui a segunda e assim sucessivamente. As gemas que ficam ao lado do eixo principal podem crescer ainda, num período de tempo maior ou menor, formando ramos.

A fig. 33 indica como se desenvolve um dicásio. Duas gemas laterais, do caule principal, crescem mais do que o botão terminal dêsse caule. Decorrido certo tempo, duas gemas em cada um dêstes ramos, superam seu desenvolvimento e assim sucessivamente. Vários outros tipos de ramificação existem e a êles faremos referência mais tarde, quando estudarmos as inflorescências.

Muitos caules aéreos não se enquadram em nenhum dos três tipos — tronco, estipe e côlmo — até agora estudados. É o caso de plantas cujo caule não é suficientemente forte para, por si mesmo, sustentar o pêso da copa. As trepadeiras são um exemplo dêsse fato. Dotadas de uma certa irritabilidade no caule, êste, ao entrar em contato com um suporte, nêle se enrola, crescendo ao seu redor com um movimento em espiral. Temos

PRANCHA IV

Figura 26 — Tronco — *t*, da planta que produz o cacau; *fr* — frutos; *r* — ramos. Original.

Figura 27 — Estipe — *e*, de carnaúba, palmeira produtora de cêra, em suas fôlhas — *f*. Baseado em fotografia feita pelo autor, nos arredores de Fortaleza, Ceará.

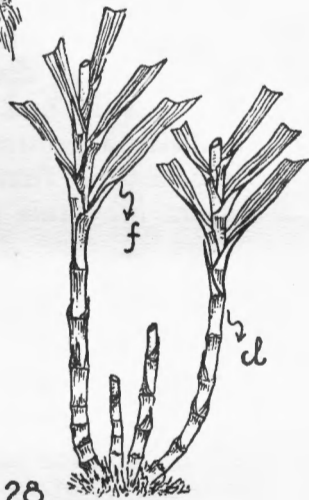
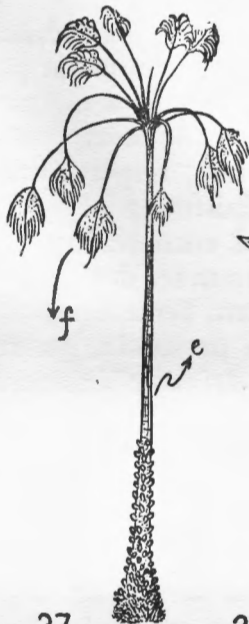
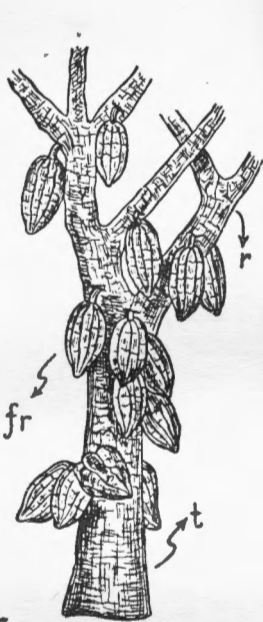
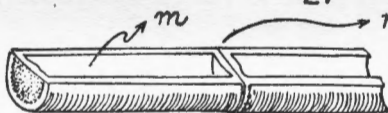
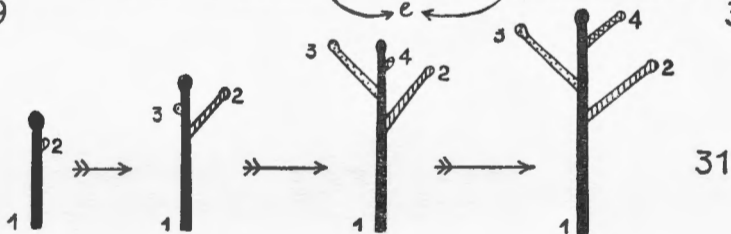
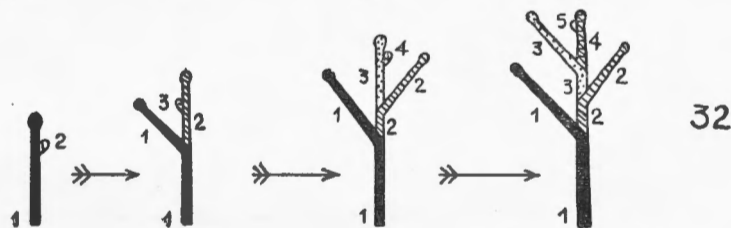
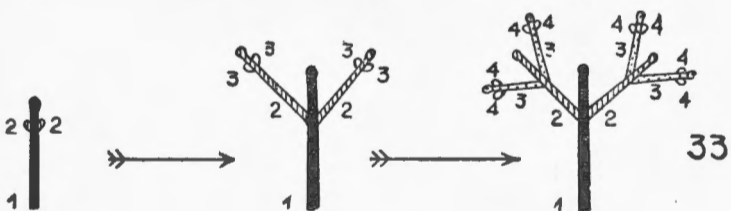
Figura 28 — Colmos — *cl*, de cana-de-açúcar. As fôlhas — *f*, são, como é característico das Monocotiledôneas, de inervação paralela. Original.

Figura 29 — Côlmo ôco ou fistuloso de bambu, aberto longitudinalmente: *m* — o espaço primitivamente ocupado pela medula que regrediu durante o desenvolvimento; *n* — nós; *e* — entrenós. Original.

Figura 30 — Côlmo de cana-de-açúcar, aberto longitudinalmente; *m* — tecido medular rico em líquido açucarado; *n* — nós; *e* — entrenós. Original.

Figura 31 — Esquema da ramificação monopodial. Nota-se que novas gemas vão sucessivamente formando ramos nos diversos flancos do eixo principal constituído pelo desenvolvimento de uma única. Original.

Figura 32 — Esquema da ramificação simpodial. Nota-se que a certos intervalos uma nova gema passa a assumir o comando do desenvolvimento. O eixo central da planta é, finalmente, constituído por segmentos superpostos, formados pelo desenvolvimento das diversas gemas que vão sucessivamente sendo deixadas de lado, formando ramos. Original.

Figura 33 — Esquema da ramificação em dicásio. Nota-se que duas gemas opostas se desenvolvem a partir do eixo principal que diminui, e, finalmente, cessa seu crescimento. No estágio seguinte, o mesmo acontece em cada um dos dois ramos, e assim sucessivamente. Original.

r
f
e
fr
f
cl
t
26
27
28
m
n
m
29
e
30
1
2
3
4
5
31
32
33

que considerar aqui duas possibilidades: em seu movimento, pode a ponta da trepadeira, ao passar por trás do suporte, dirigir-se para a direita ou para a esquerda. No primeiro caso, êsse caule volúvel é chamado dextrorso; no segundo, sinistrorso. As figs. 34 e 35 mostram, respectivamente, o caule dextrorso de madressilva e o sinistrorso de uma campânula (*Pharbitis* sp.). Muitos caules que, encontrando suportes, trepam por êles, na sua ausência prostram-se, desenvolvendo-se rente ao chão, como é o caso do xuxu. Semelhante é o exemplo da fig. 36, que mostra um caule prostrado, ou, como se costuma dizer, sarmentoso, de uma *Aristolochia* comum em nossos campos cerrados e vulgarmente conhecida pelos nomes: papo-de-peru, cachimbo-de-turco, etc.

Um caso interessante encontramos nos estolões (ou estolhos) de diversas plantas, como o morangueiro representado na fig. 37. A plantinha, ao crescer, desenvolve eixos caulinares que rastejam à superfície do solo e que, de espaço em espaço, apresentam gemas. Onde elas existem pode haver formação de raízes e fôlhas, ou melhor, de tôda uma nova plantinha, a qual, por sua vez, poderá desenvolver um novo estolho. Por êste processo, partindo de uma planta, poderemos obter tôda uma colônia, engendrada vegetativamente, isto é, sem intervenção de processos sexuais. No caso do morangueiro são nós alternados que podem formar as novas plantinhas. Entre êles ficam

P R A N C H A V

Figura 34 — Caule volúvel — *c,* dextrorso, de madressilva; *f* — fôlhas. A ponta da planta, ao passar por trás do suporte, dirige-se para a direita. Original.

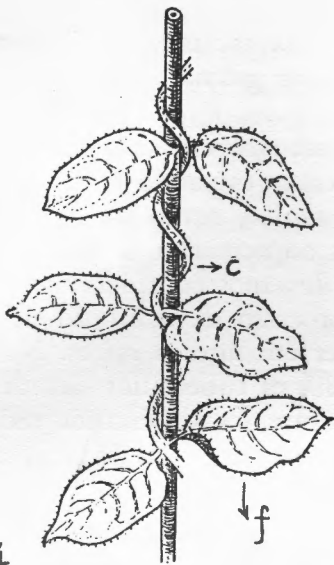
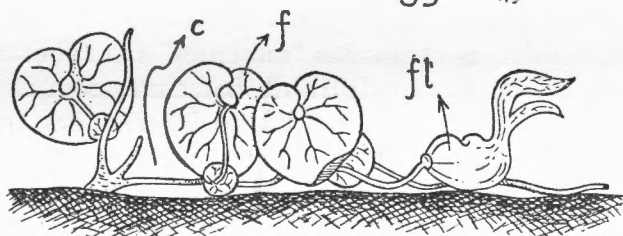
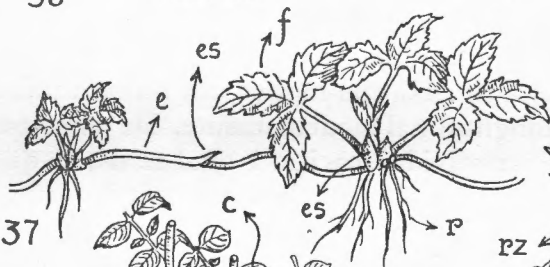
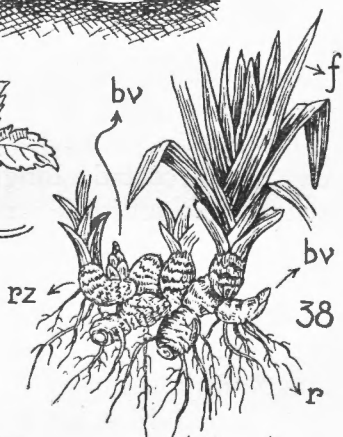
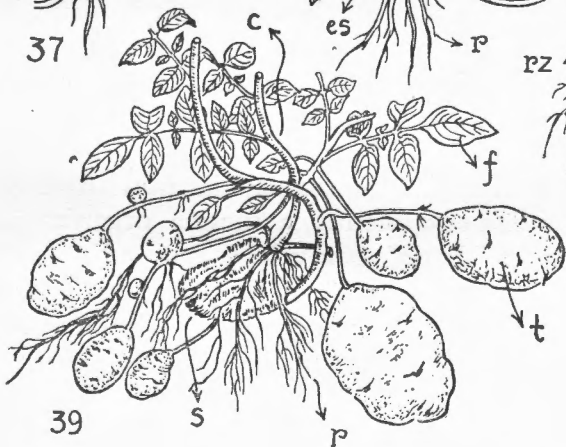
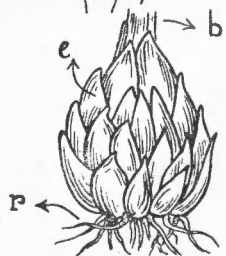
Figura 35 — Caule volúvel — *c,* sinistrorso, de uma campânula (*Pharbitis* sp.); *f* — fôlha; *b* — botão vegetativo terminal. A ponta da planta, ao passar por trás do suporte, dirige-se para a esquerda. Seg. Noll, modif.

Figura 36 — Caule prostrado — *c,* de "papo de peru"; *f* — fôlhas; *fl* — flor. Seg. Rachid.

Figura 37 — Estolho — *e,* de morangueiro; *es* — escama; *f* — fôlhas; *r* — raízes. Original.

Figura 38 — Rizoma — *rz,* de *Iris* sp; *r* — raízes; *f* — fôlhas; *bv* — botão vegetativo (gemas). Seg. Bocquillon, modif.

Figura 39 — Base de um pé de batatinha. No centro, o tubérculo, errôneamente chamado semente — *s,* que originou a planta; *r* — raízes; *c* — caule; *f* — fôlhas; *t* — tubérculos. Seg. Schenck, modif.

Figura 40 — Bulbo escamoso de lírio; *r* — raízes; *e* — escamas ou catafilos; *b* — parte de um brôto aéreo. Seg. Hegi, modif.

c
f
34
b
f
c
35
c
f
fl
36
es
f
e
es
r
37
bv
f
rz
bv
38
r
c
f
t
39
s
r
b
e
r
40

nós que transportam apenas uma escama estéril. Em outros casos, como na mais comum das gramas dos nossos jardins, todos os nós podem enraizar.

Muitas vêzes os caules se desenvolvem subterrâneamente e se tornam mais ou menos espessos, tomando então o nome de rizomas. Podem se ramificar muito, como está por exemplo representado na fig. 38, que esquematiza o rizoma de *Iris*. Entre os caules subterrâneos, devemos considerar aquêles que se tuberificam pelo mesmo processo de acúmulo de reservas que, como vimos, pode ocorrer em muitas raízes. No caso da batatinha, ilustrado pela fig. 39, os tubérculos são ramos laterais do caule. Distinguem-se êstes dos tubérculos radiculares, por apresentarem gemas dormentes nas axilas de escamas, o que revela sua natureza caulinar, pois que no caule sempre encontramos tais gemas axilares que faltam nas raízes. Por possuírem essas gemas, tais tubérculos podem brotar fàcilmente e produzir, vegetativamente, novas plantas. Realmente, todos sabem que na batatinha, as chamadas "sementes" são tubérculos. Não se costuma iniciar uma cultura de batatinha com as sementes verdadeiras, as quais são formadas no interior dos frutos.

Outros órgãos que freqüentemente funcionam como elementos de propagação vegetativa, são os bulbos. Não se trata, neste caso, pròpriamente de caules modificados, mas sim de órgãos muito mais complexos, como podemos verificar pela fig. 40, na qual se representa um bulbo escamoso de lírio. Melhor compreensão permite a fig. 41, que mostra um bulbo tunicado de cebola, cortado longitudinal-medianamente. De uma parte central não muito desenvolvida, maciça, à qual se dá, freqüentemente, o nome de prato, parte um botão vegetativo que, ao se desenvolver, forma todos os elementos que compõem uma nova planta; da parte inferior do mesmo prato surgem raízes, que fixam o bulbo ao solo. As escamas que se apresentam aqui como túnicas superpostas, são fôlhas modificadas e chamadas também catafilos; são muito ricas em substâncias nutritivas. No alho encontramos, fundamentalmente, a mesma organização. Neste caso, porém, cada "dente" equivale a um bulbo completo de cebola, e todos os "dentes" ou bulbilhos reunidos, formam, como se costuma dizer, a "cabeça de alho". Além dos bulbos escamosos e tunicados referidos, há um outro tipo, em

que as escamas, muito menos numerosas, limitam-se às várias camadas que revestem o bulbo como uma casca. Da parte apical partem alguns botões vegetativos que podem dar origem a um ou mais caules, ao se desenvolverem. Êsse bulbo cheio, em corte longitudinal mediano, está representado na fig. 42 e como exemplo dêste tipo mencionemos o caso dos gladíolos.

Muitas vêzes, especialmente em regiões sêcas, onde o perigo da perda de água pode ameaçar sèriamente a vida das plantas, estas não formam fôlhas, o que as protege contra êsse perigo. Neste caso, o caule, em geral, se torna achatado e mantém sua côr verde, que lhes possibilita realizar a fotossíntese. É o que representa a fig. 43, de uma planta bastante conhecida, um *cactus* vulgarmente chamado figo-da-índia. Seus numerosos espinhos são tudo o que resta das fôlhas. As placas suculentas superpostas, são, na verdade, caules modificados.

No caso da carqueja, muito comum em nossos campos (Fig. 44), a supressão das fôlhas determinou o desenvolvimento de expansões aliformes do caule. Outros caules achatados conhecemos em diversas plantas. O exemplo da fig. 45 é o de *Mühlenbeckia platyclada,* onde se reconhece, com maior facilidade, a natureza caulinar dêstes elementos que a compõem. Em sua base podemos ver ainda algumas fôlhas pouco desenvolvidas. De suas axilas partem ramos achatados. Todos êstes ramos, do mesmo modo que o eixo central, são nìtidamente divididos em segmentos, tornando bem visíveis os nós. A formação de flôres sôbre tais lâminas verdes, comprova sua natureza caulinar, pois que flôres só se podem desenvolver a partir de gemas existentes no caule.

Com êstes exemplos temos a possibilidade de comparar o significado dos têrmos cladódios e filocládios. São expressões usadas para designar caules que, pelo aspecto, lembram fôlhas. Quando se trata de um ramo comprido, isto é, com crescimento indeterminado, que se transforma, assumindo o aspecto de fôlha, falamos em cladódio. Quando, ao contrário, se trata de um ramo curto, isto é, de crescimento determinado, usamos o nome de filocládio. Exemplo: em aspargo.

Nas mesmas regiões em que o fator água pode determinar a supressão de fôlhas, podemos encontrar outras adaptações protetoras. Já falamos no caso do figo-da-índia, cujos caules

são suculentos, isto é, contêm uma grande reserva de água. Reservas de água podem, igualmente, ser feitas nos troncos de árvores que se avolumam muito, como no caso representado na fig. 46, que mostra uma planta comum em certas caatingas do nordeste brasileiro, a conhecida "barriguda". Esta planta pertence, aliás, à mesma família em que colocamos as nossas paineiras, cujo caule pode, freqüentemente, mostrar, sobretudo na base, um grande espessamento.

Há pouco nos referimos à existência de plantas que se enrolam a um suporte. Numerosas espécies trepadeiras não possuem caules volúveis, mas sobem agarrando-se a um supórte, por meio de órgãos especiais, as gavinhas, que podem ser caules modificados[3]. É o que conhecemos em plantas como o maracujá e a uva, representadas, respectivamente, nas figs. 47 e 48.

A fig. 49 mostra um segmento de caule com espinhos. Êstes são também de origem caulinar[4]. São ramos curtos que se tor-

---

3 Oportunamente veremos que muitas gavinhas não são caules, mas fôlhas modificadas.

4 Nem todos os espinhos são caules transfórmados. No caso referido há pouco, do figo-da-índia, os espinhos são fôlhas modificadas. Conhecemos também raízes que se transformam em espinhos. É o que ocorre, por exemplo, no gênero *Acanthorhiza*, das palmeiras.

É necessário distinguir entre espinhos verdadeiros e acúleos. Êstes são formações epidérmicas, que se destacam fàcilmente da planta, como acontece no caso das roseiras. Os espinhos verdadeiros não se desprendem com facilidade, porque encerram, em seu interior, tecidos que se ligam ìntimamente aos tecidos provenientes do interior do caule que os formou. É o que sucede, por exemplo, nas laranjeiras.

PRANCHA VI

Figura 41 — Corte longitudinal mediano de um bulbo tunicado, de cebola; *p* — prato; *r* — raízes; *es* — escamas; *bv* — botão vegetativo. Original.

Figura 42 — Corte longitudinal mediano de um bulbo cheio, de açafrão; *r* — raízes; *bv* — botão vegetativo; *c* — caule. Seg. Figurier, modif.

Figura 43 — Cladódios — *cl*, de figo-da-índia; *esp* — espinhos, que representam restos de fôlhas. Seg. Font Quer, modif.

Figura 44 — Caule — *c*, alado — *al* de carqueja. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 45 — Cladódios de *Mühlenbeckia platyclada*; *e* — entrenó; *n* — nó; *f* — fôlha; *fl* — flôres. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 46 — Tronco — *tr* de "barriguda" (*Cavanillesia arborea*); *ra* — ramos; *f* — fôlhas. Seg. Martius, modif.

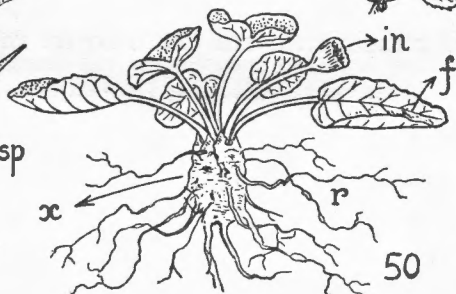
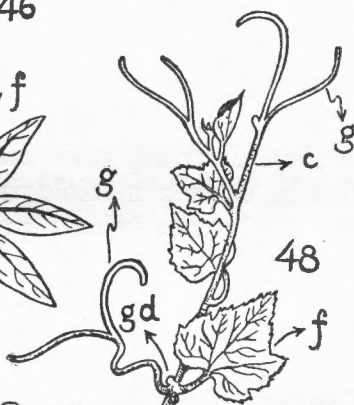
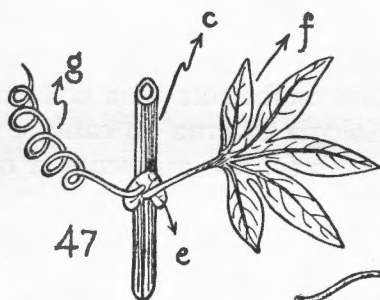
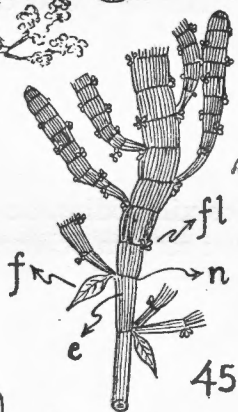
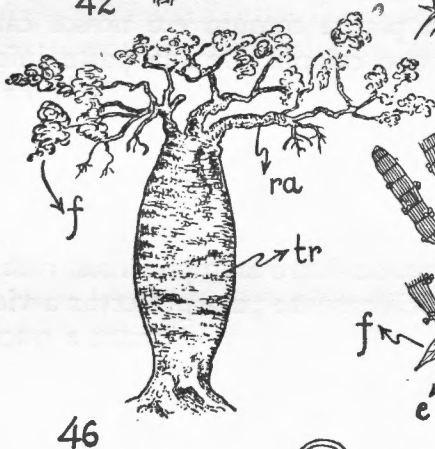
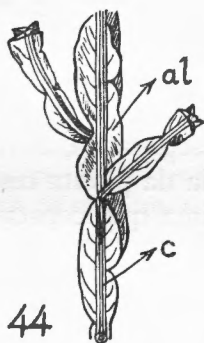
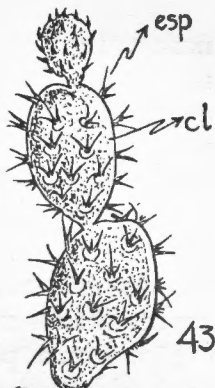
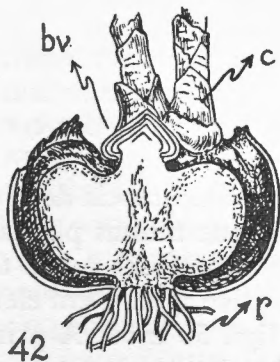
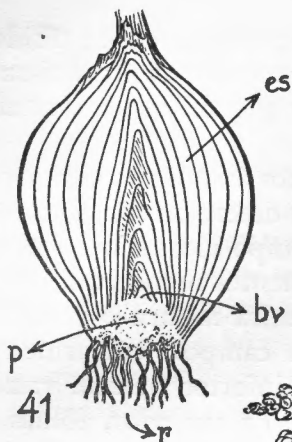
Figura 47 — Fragmento de caule — *c* de maracujá; *f* — fôlha; *e* — estípula; *g* — gavinha. Seg. Font Quer, modif.

Figura 48 — Parte terminal de um caule — *c* de uva; *f* — fôlhas; *g* — gavinhas; *gd* — gema dormente. Seg. Wettstein, modif.

Figura 49 — Segmento de caule — *c* com espinhos — *esp*. Original.

Figura 50 — Planta de caiapiá mostrando o xilopódio — *x*, do qual partem raízes — *r*, fôlhas — *f*, e inflorescências — *in*. Seg. Rachid.

Figura 51 — Xilopódio — *x*, de maniçoba; *r* — raízes; *c* — caule. Original.

es
bv
p
r
41
bv
c
r
42
esp
cl
43
f
ra
tr
46
al
c
44
fl
f
n
e
45
c
f
g
e
47
g
c
g
gd
f
48
c
r
esp
c
49
in
f
x
r
50
r
x
51

nam muito resistentes pelo desenvolvimento grande de tecidos mecânicos. Sua ponta afilada constitui uma ameaça a animais e êsses espinhos podem servir, por conseguinte, como elementos protetores da planta.

Digna de atenção é a existência de certos órgãos subterrâneos, de natureza incerta, que muitas plantas desenvolvem. Trata-se dos xilopódios. São tubérculos a um tempo ricos em substâncias de reserva, inclusive água, e em elementos mecânicos. Estão representados nas figs. 50 e 51. A primeira mostra o referido órgão, numa planta comum em nossos campos, vulgarmente conhecida como caiapiá. De sua parte inferior nascem raízes normais que se aprofundam no solo, e da superior, fôlhas e inflorescências que saem para fora. A fig. 51 mostra os xilopódios desenvolvidos pela maniçoba, uma planta produtora de borracha, freqüente em certas caatingas. Se, de um lado, estamos ainda incertos quanto à natureza caulinar ou radicular dos xilopódios, de outro lado podemos, com segurança, afirmar que servem òtimamente para preservar a vida da planta contra a sêca freqüente na caatinga e contra a queima que constantemente assola os nossos campos.

Em franca oposição a êste tipo, encontram-se os caules das plantas aquáticas. Quase sempre muito tenros, apresentam, freqüentemente, clorofila. Encerram no interior de seus tecidos, grandes reservas de ar que lhes facilitam, ao mesmo tempo, a flutuação e a respiração.

Convém, no final dêste capítulo, estabelecer uma comparação mais detalhada, entre a morfologia externa do caule e da raiz. Êste órgão, geralmente subterrâneo, não apresenta, a não ser em casos excepcionais[5], clorofila, enquanto que o caule, em geral um órgão aéreo, é, ao menos quando jovem, clorofilado. A raiz, depois dos primeiros tempos de sua existência pode, como o caule, substituir a epiderme que a reveste, por um tecido suberoso[6]. Sua extremidade é recoberta pela coifa que falta no caule. O crescimento em extensão da raiz se faz

5 Enquadram-se aqui as raízes aéreas de epífitas como as Orquídeas. Raízes adventícias, como as formadas pelo milho, podem também ser verdes, ao menos quando jovens.

6 Êste tecido é formado por células mortas que encerram no seu interior certa quantidade de ar. Constitui, por isso mesmo, excelente meio de proteção, não só contra o atrito, mas principalmente contra as mudanças de temperatura. Conhecemos êsse tecido, vulgarmente, com o nome de cortiça. A planta que a produz em maior quantidade, de modo a permitir a exploração comercial, é um carvalho — o sobreiro. No Brasil, muitas plantas desenvolvem cortiça espêssa, principalmente nos campos cerrados.

pelas camadas que ficam abaixo da coifa; por isso dizemos que a raiz tem crescimento subterminal, enquanto que no caule êle é terminal. Depois da região de distensão encontramos, na raiz, uma zona de ramificação. Seus ramos são endógenos, isto é, formados no interior dos tecidos da raiz. Os ramos dos caules são exógenos, formados a partir de camadas periféricas. No caule o botão vegetativo que o termina apresenta, realmente, primórdios de ramos secundários, nas axilas de primórdios de fôlhas. Êsses primórdios ou gemas axilares ficam, na sua maior parte, dormentes. Só despertam em certas condições, por exemplo, quando o botão vegetativo terminal pára de crescer ou é acidentalmente destruído. A existência dessas gemas é, na verdade, um dos melhores elementos de distinção entre raiz e caule.

SUMÁRIO

1. O caule é o órgão que suporta as fôlhas e estabelece sua ligação com o sistema radicular; para isso tem, no seu interior, um sistema de tubos (vasos lenhosos e liberianos), nos quais há transporte, em ambos os sentidos, de água, sais minerais e compostos orgânicos.

2. Os caules podem ser aéreos, subterrâneos e aquáticos.

3. Os caules aéreos mais freqüentes, nas plantas superiores, pertencem a um de três tipos principais: tronco, estipe e côlmo.

4. Tronco é um caule bem mais desenvolvido na base que no ápice. Suas ramificações não se limitam à ponta, mas começam a uma certa distância a partir da base. É o tipo de caule mais freqüente nas árvores Dicotiledôneas. Entre os principais tipos de ramificação mencionemos a monopodial, a simpodial e a que origina um dicásio. O primeiro é aquêle em que o caule principal é formado por uma única gema. No segundo êle é formado por gemas que periòdicamente se substituem. No terceiro, o eixo principal é ultrapassado em seu crescimento por ramos provenientes de duas gemas laterais.

5. Estipe é um caule quase cilíndrico, não ramificado. Caracteriza as Monocotiledôneas, especialmente as palmeiras.

6. Côlmo, também não ramificado, em geral, é nìtidamente dividido em gomos. Caracteriza as Gramíneas.

7. Além dêstes, devemos considerar outros caules aéreos, como os caules volúveis das trepadeiras. Quando êstes se enrolam podem mostrar a ponta dirigida para a direita ou para a esquerda, ao passar por trás do suporte. No primeiro caso, chama-se dextrorso, no segundo, sinistrorso. Outros caules, incapazes de suportar a copa, prostram-se no chão. É o que ocorre em plantas sarmentosas, como por exemplo a abóbora, a melancia, etc.

8. Caules que rastejam e podem enraizar, e, até mesmo, reproduzir novas plantas, são os estolhos, como os do morangueiro.

9. Rizomas são caules que se desenvolvem subterrâneamente e produzem, periòdicamente, ramos aéreos.

10. Outros caules subterrâneos são os tubérculos, como os de batatinha, que se apresentam enriquecidos com substâncias de reserva.

11. Do mesmo modo que os tubérculos, os bulbos podem funcionar como elementos de propagação vegetativa das plantas. Podem ser cheios, como no caso do açafrão e dos gladíolos, escamosos, como no lírio ou tunicados como na cebola. Muitas vêzes encontramos um bulbo complexo, como no alho e nos trevos *(Oxalis)*, nos quais tôda a "cabeça" é constituída por "dentes"; cada "dente" é, na verdade, um bulbilho.

12. Entre os tipos divergentes do caule normal devemos destacar os cladódios e filocládios. Os primeiros são ramos compridos que assumem aspecto de fôlhas quando estas faltam; os segundos são ramos curtos que sofrem tal transformação em circunstâncias equivalentes.

13. As gavinhas, que servem como elementos de fixação a um suporte, para certas trepadeiras, são muitas vêzes caules transformados.

14. Muitos espinhos são caules transformados em órgãos de defesa.

15. Xilopódios são órgãos subterrâneos, muito resistentes e ricos em substâncias de reserva, inclusive água; sua natureza caulinar ou radicular é sempre duvidosa.

PERGUNTAS

21. Quais as funções básicas do caule e como pode exercê-las?

22. Como se distingue o caule da raiz?

23. Cite exemplos de plantas cujos caules sejam, respectivamente: tronco, estipe e côlmo.

24. Em que difere um côlmo de uma estipe?

25. Como se distingue a ramificação monopodial da simpodial?

26. Mostre, num desenho esquemático, um dicásio.

27. Como se distingue um estolho de um rizoma? Cite exemplos de ambos.

28. Que são caules volúveis e como se distingue o dextrorso do sinistrorso?

29. Que tipo de bulbos conhece? Dê exemplos.

30. Que são cladódios e filocládios? Dê exemplos.

4 — A FÔLHA

A fôlha é o órgão da planta onde a elaboração dos alimentos orgânicos, em presença da luz (fotossíntese) se processa com a maior intensidade. Para isso é dotada de um pigmento verde, a clorofila, com a capacidade de fixar energia luminosa, energia essa utilizada no preparo de material orgânico, a partir de substâncias inorgânicas simples, como água e gás carbônico. A água, absorvida do solo pelas raízes, chega até às fôlhas, através dos vasos que aí formam um sistema de nervuras. O gás carbônico é absorvido diretamente do ar atmosférico e se difunde na fôlha através de pequenos orifícios, sòmente visíveis com o auxílio do microscópio, os estômatos. Para melhor realizar a fotossíntese, a fôlha deve possuir uma superfície grande. Assim se compreende a existência do limbo ou lâmina foliar. Esta se prende ao caule, muitas vêzes, por uma parte geralmente cilíndrica, mais resistente, o pecíolo, cuja inserção no caule pode ser direta ou através de uma expansão mais ou menos desenvolvida, a bainha. A base da fôlha às vêzes, emite estípulas, expansões pequenas, como no café, ou grandes, como na ervilha.

Resumindo, pois, uma fôlha completa possui as seguintes partes: limbo, pecíolo, bainha e estípulas. Qualquer destas partes pode, entretanto, faltar. Menos freqüente é a ausência do limbo. Na fig. 52 vemos representada uma fôlha de pereira. Possui limbo, pecíolo e estípulas. A fig. 53 mostra uma fôlha de laranjeira, com limbo e pecíolo. Faltam, neste caso, a bainha e as estípulas, mas, como novidade, o pecíolo se expande em ambos os lados, no plano horizontal, numa formação aliforme, que aumenta a superfície foliar. Quando o pecíolo está ausente, a fôlha é chamada séssil e tem inserção direta no caule. Seu aspecto é representado na fig. 54, que mostra fôlhas de fumo. Entre as Dicotiledôneas, a presença de uma bainha não é tão freqüente. Só em poucas famílias dêste grupo de plantas, como a das Umbelíferas, à qual pertencem a erva-doce, a salsa, etc.,

encontram-se fôlhas com bainhas bem desenvolvidas. O exemplo de *Plantago major*, ilustrado na fig. 55, em que vemos a fôlha com o pecíolo terminado por bainha ampla, é, pois, excepcional. Dos mais freqüentes, entre as Dicotiledôneas, é o caso representado na fig. 56, que mostra uma fôlha de "boa-noite", com limbo e pecíolo; falta-lhe completamente a bainha. Se nas Dicotiledôneas a existência da bainha é quase excepcional, nas Monocotiledôneas é a regra. Caracterizam-se estas plantas por possuírem fôlhas freqüentemente apecioladas, com bainhas muito amplas, como nas Gramíneas, representadas de maneira típica na fig. 57, que mostra o caso da fôlha invaginante de milho.

Formação especial, a ócrea, pode-se encontrar nas fôlhas, caracterizando as plantas da família das Poligonáceas. Trata-se,

PRANCHA VII

Figura 52 — Fôlha de pereira: *l* — limbo; *p* — pecíolo; *e* — estípulas. Original.

Figura 53 — Fôlha de laranjeira; *l* — limbo, *pa* — pecíolo alado. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 54 — Fôlhas sésseis de fumo — *f*; *c* — caule; *g* gemas axilares. Original.

Figura 55 — Fôlha de *Plantago major*: *l* — limbo; *p* — pecíolo; *b* — bainha. Nota-se a inervação curvinérvia do limbo. Original.

Figura 56 — Fôlha de "Boa-noite"; *l* — limbo; *p* — pecíolo. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 57 — Fôlha invaginante de milho; *c* — caule; *l* — limbo; *b* — bainha; *n* — nó. Nota-se a ausência total de pecíolo. Original.

Figura 58 — Fôlha de *Polygonum bistorta*, mostrando a ócrea — *o*; *l* — limbo; *p* — pecíolo terminando por uma bainha de cuja parte interna surge a ócrea; *c* —caule. Seg. Font-Quer, modif.

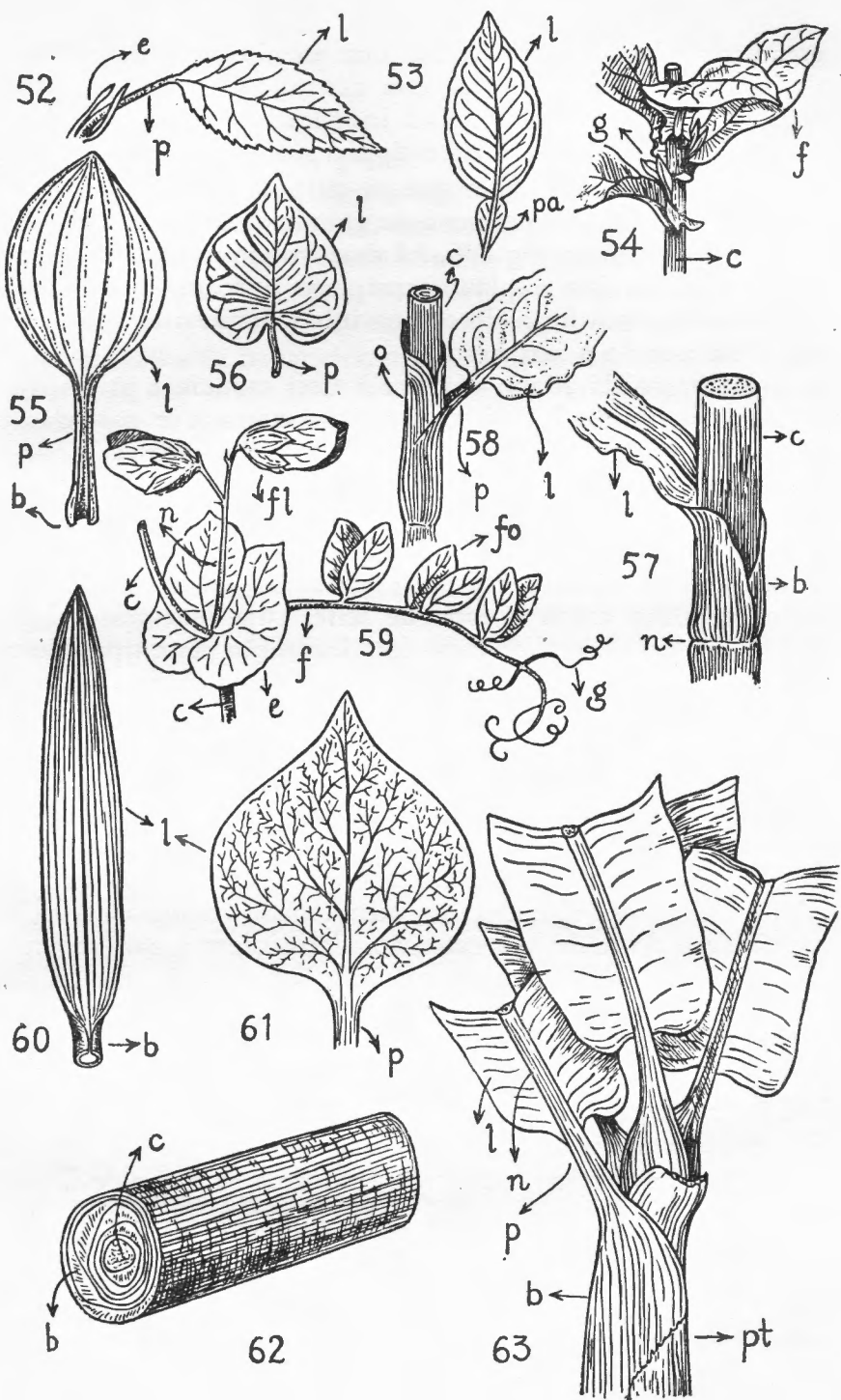
Figura 59 — Segmento de uma planta de ervilha. O ramo — *n*, com as duas flôres — *fl*, sai do caule — *c*, nascendo na axila de uma fôlha — *f*. É uma fôlha composta, cujos folíolos são, alguns, normais — *fo*, outros transformados em gavinhas — *g*. As estípulas — *e* extremamente desenvolvidas, são, igualmente, parte desta fôlha. Seg. Schenck, modif.

Figura 60 — Folíolo de bambu, mostrando a inervação paralelinérvia, típica das Monocotiledôneas. Nota-se a ausência do pecíolo e a presença da bainha — *b*, característica das fôlhas de Gramíneas. Original.

Figura 61 — Representação esquemática da inervação reticulada, típica das Dicotiledôneas *l* — limbo; *p* — pecíolo Original.

Figura 62 — Vista total de um palmito. A parte central — *c*, comestível, é constituída por tecidos embrionários (meristemas), responsáveis pelo crescimento, em distensão, do caule da palmeira produtora do palmito. Tais tecidos ficam no interior das bainhas — *b*, que se recobrem. Original.

Figura 63 — Parte de uma bananeira. O limbo — *l*, é dividido longitudinalmente em duas metades, por uma nervura mediana — *n*, que se prolonga pelo pecíolo — *p*, êste se continuando por uma bainha — *b*, extremamente desenvolvida. As bainhas, que se recobrem parcialmente, formam, reunidas, o pseudo-tronco — *pt* dessa planta. Baseado num desenho reproduzido por Rawitscher.

52
e
l
p
53
l
pa
54
g
f
c
55
l
p
b
56
l
p
58
c
o
p
l
57
l
c
b
n
59
n
fl
c
fo
f
e
c
g
60
l
b
61
l
p
62
c
b
63
l
n
p
b
pt

como se vê bem na fig. 58, de uma membrana que, partindo da base foliar, envolve uma certa extensão do caule, acima da zona de inserção da fôlha. Essa formação é considerada como resultante da fusão de duas estípulas membranáceas.

Há pouco foi assinalado que as estípulas podem faltar ou, quando presentes, ter pequeno ou grande desenvolvimento. No exemplo da ervilha (Fig. 59), há desenvolvimento extremo das estípulas. Com isto a planta compensa a redução do limbo, parcialmente transformado em gavinhas, filamentos que auxiliam sua fixação a um suporte.

A inervação do limbo obedece a dois esquemas principais: num, as nervuras de primeira ordem mantêm-se paralelas e êste fato caracteriza o grupo das Monocotiledôneas (Fig. 60); no outro, um sistema de nervuras reticuladas, que se anastomosam como as malhas de uma rêde, constitui o tipo mais freqüente nas Dicotiledôneas (Fig. 61). É claro que aqui também, como em tôdas as regras, há exceções. Encontram-se Monocotiledôneas, como o copo de leite, cuja inervação não é paralelinérvia e Dicotiledôneas com inervação dêsse tipo. Neste caso estão as fôlhas curvinérvias, de *Plantago* (Fig. 55) e as das quaresmeiras (vide Fig. 79).

Dois casos muito interessantes e freqüentes entre nós, o do palmito e o da bananeira, merecem especial atenção. No primeiro (Fig. 62), as enormes bainhas das fôlhas que ornam o tôpo dessa palmeira, protegem a parte terminal do caule, onde se encontra o ponto vegetativo, formado por tecidos extremamente delicados. São êles, os meristemas, responsáveis pelo crescimento do caule, em extensão. Constituem a parte comestível do palmito. Na bananeira (Fig. 63), o caule não sai do solo. É um rizoma, que, periòdicamente, produz fôlhas, cujas bainhas muito amplas se recobrem parcialmente, formando um "tronco" (pseudocaule), de onde se expandem em enormes limbos. Uma vez na vida de cada bananeira, um ramo caulinar se desenvolve a partir do rizoma, e, crescendo por dentro das bainhas, faz sua aparição no exterior, em forma de cacho de flôres, para, oportunamente, se transformar em cacho com várias pencas de bananas[1].

---

1 É interessante lembrar que os nossos indígenas já conheciam a bananeira e sabiam que seu tronco não é um caule verdadeiro, pois lhe deram o sugestivo nome de Pacoba, palavra que significa justamente, "tudo fôlhas".

Por ser o limbo a principal sede da fotossíntese, sua ausência é excepcional. A fim de se conformar às várias condições de ambientes muito diversos, nos quais as plantas podem se encontrar, êle apresenta uma grande diversificação morfológica. A Prancha VIII contém alguns exemplos que comprovam tal fato[2]. O limbo pode ser indiviso, como se vê nas figs. 64, 66 e 67, que representam, respectivamente, a fôlha lanceolada da espirradeira, a sagitada do copo-de-leite e a orbicular do aguapé. Também a superfície do limbo varia, sendo, ora muito grande, como na fôlha de bananeira, ora extremamente reduzida, como ocorre, de um modo geral, nas Ginospermas. A fig. 65 mostra, justamente, o caso das fôlhas aciculares de *Pinus*. Embora também extremamente pronunciada, a redução do limbo, nas fôlhas lineares do alecrim, não é tão grande (Fig. 68). Tôdas as fôlhas até aqui mencionadas, são mais ou menos simétricas em relação à nervura principal, que está no prolongamento do pecíolo. Há também fôlhas assimétricas como as de begônia (Fig. 69).

Ao lado dos exemplos vistos, de fôlhas cujo limbo indiviso apresenta bordos lisos, encontram-se, como se vê na fig. 70 (fôlha de serralha), casos em que o limbo apresenta recortes bastante pronunciados. E, em oposição aos limbos formados por uma peça única, há um grupo de casos em que êles estão divididos em dois, três ou mais folíolos. A fig. 71 mostra a fôlha geminada de uma Leguminosa *(Vicia)*. O feijão, igualmente uma Leguminosa, tem as fôlhas adultas trifolioladas (Fig. 72). Na paineira as fôlhas são digitadas, isto é, com os vários folíolos dispostos como dedos (Fig. 73). As fôlhas compostas de muitos folíolos, vistas nas figs. 74 e 75, são, respectivamente, a fôlha imparipenada de uma roseira e a paripenada de uma *cassia*. Tais expressões são usadas para designar fôlhas compostas, terminadas por um ou dois folíolos, respectivamente. Dupla divisão do limbo pode levar a fôlhas duplicado-penadas, como as de *Mimosa* (Fig. 76).

Êsses exemplos devem bastar como comprovantes da referida multiplicidade de formas e de organização do limbo. Em certos casos ocorrem modificações especiais, indicando a conve-

---

2 Os diversos característicos do limbo e demais partes da fôlha, são importantes quando se pretende estabelecer a posição sistemática de uma planta. Isto se aplica, aliás, a todos os outros órgãos.

niente adaptação da fôlha às condições do ambiente. Pode-se imaginar que nas fôlhas de *Victoria regia*, os bordos revirados para cima impeçam à água onde flutuam, de invadir a superfície superior do limbo. Do contrário haveria obstrução dos seus estômatos, impedindo as permutas de gases. Nessa curiosíssima planta de nossa flora, o limbo pode assumir dimensões consideráveis (2 metros ou mais de diâmetro!). Sua estrutura não só lhe garante a flutuação; permite-lhe também sustentar o pêso de uma criança (Fig. 77). A fig. 78 é de uma fôlha cletrada de *Monstera*. É admissível que os buracos que a atravessam de uma face a outra, facilitem o escoamento de água, impedindo seu acúmulo na superfície[3].

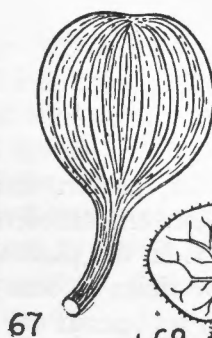
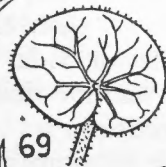
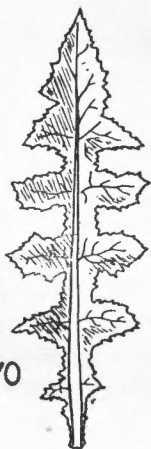
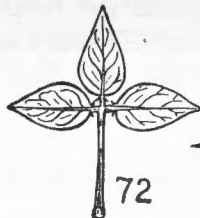
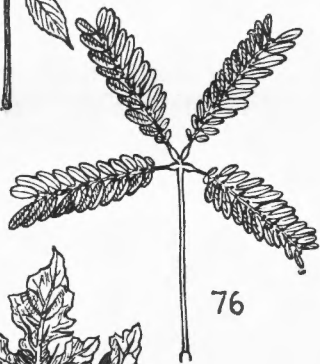
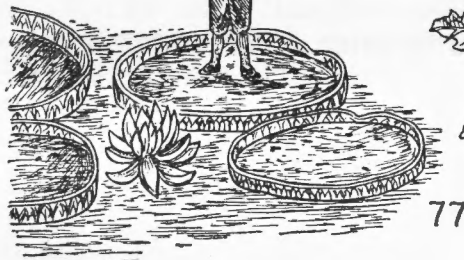
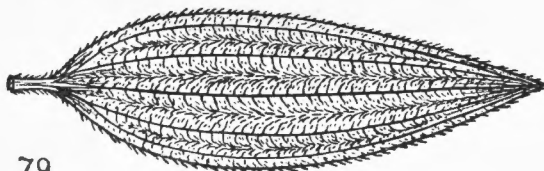
Além das fôlhas de limbo com superfície lisa, há outras, como as da quaresmeira (Fig. 79), revestidas por um denso fêltro de pêlos e ainda outras, como as de joá (Fig. 80), recobertas de espinhos, principalmente na face inferior.

É indispensável que a fôlha se encontre na melhor situação possível para realizar fotossíntese, e, para isso, há meios ade-

---

3 Várias plantas, em nossas matas muito quentes e úmidas, apresentam adaptações próprias a evitar acúmulo de água em sua superfície. Diversas espécies, nessas florestas, formam, por exemplo, fôlhas com uma ponta pendente, muito longa, que provàvelmente facilita o escoamento d'água.

P R A N C H A V I I I

Figura 64 — Fôlha lanceolada de espirradeira. Seg. Rawitscher, modif.
Figura 65 — Duas fôlhas aciculares de *Pinus* sp. Original.
Figura 66 — Fôlha sagitada de copo-de-leite. Original.
Figura 67 — Fôlha orbicular de aguapé. Seg. Rawitscher, modif.
Figura 68 — Fôlha linear de alecrim. Seg. Rawitscher, modif.
Figura 69 — Fôlha assimétrica de begônia. Original.
Figura 70 — Fôlha partida de serralha. Original.
Figura 71 — Fôlha geminada de *Vicia*. Seg. Rawitscher, modif.
Figura 72 — Fôlha trifoliolada de feijão. Original.
Figura 73 — Fôlha digitada de paineira. Original.
Figura 74 — Fôlha imparipenada de roseira. Original.
Figura 75 — Fôlha paripenada de *Cassia* sp. Original.
Figura 76 — Fôlha duplicado-penada de *Mimosa*. Original.
Figura 77 — Fôlhas flutuantes de *Victoria regia*. Baseado em fotografia feita pelo autor em Dois Irmãos, Recife, e em outra reproduzida por Decourt.
Figura 78 — Fôlha cletrada de *Monstera* sp. Original.
Figura 79 — Fôlha pilosa de uma quaresmeira. Original.
Figura 80 — Fôlha espinescente de joá. Original.

64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80

quados. Tôdas as demais partes da planta exibem, igualmente, mecanismos próprios a garantir à fôlha uma situação vantajosa. Mais luz pode ser recebida por uma superfície maior, e, conseqüentemente, mais fotossíntese pode ser realizada. Aumento de superfície implica, porém, em aumento de perda de água (transpiração), o que, em ambientes secos poderia comprometer sèriamente a vida da planta, se lhe faltassem meios de defesa. E o melhor dêles é, sem dúvida, reduzir a superfície foliar. Essa redução irá apenas até o ponto que permita à planta o máximo de economia de água, sem lhe reduzir a fotossíntese a um valor insuficiente à sua subsistência. Certas espécies dispõem de um mecanismo interessante que lhes possibilita aproveitar melhor a luz. Formam pares de fôlhas opostas, uma grande, outra pequena. As fôlhas grandes apresentam disposição alterna e nos espaços existentes entre si, insuficientes para comportarem outras de igual tamanho, cabem as fôlhas pequenas. Constitui-se assim, o que se chama um mosaico de fôlhas, representado na fig. 81.

Nesse caso temos um exemplo de adaptação ao fator luz. Outros fatôres, como a temperatura, a água, etc., podem, igualmente, exigir adaptações especiais. Assim, vimos, páginas atrás, que num ramo caulinar, sempre existem, além da gema ou botão vegetativo terminal, gemas laterais colocadas em axilas de fôlhas. Tôdas essas gemas são formadas por meristemas, tecidos muito delicados, desprovidos de qualquer elemento próprio de proteção contra os rigores do meio. Essa proteção lhes pode ser conferida por componentes das fôlhas vizinhas. No palmito, já mencionado, são as bainhas que desempenham o papel protetor. Outras partes da fôlha podem exercer a mesma proteção. A fig. 82 mostra a parte terminal de um ramo de hera miúda; nas fôlhas novas, a base foliar (neste caso as estípulas) é muito desenvolvida e reveste o botão terminal. Quando as demais partes da fôlha se desenvolvem, as estípulas podem cair. Em outros casos, são fôlhas inteiras, reduzidas a simples escamas, pequenas, mas resistentes, os catafilos, que revestem totalmente as gemas em repouso, no inverno. Passado o perigo dos frios extremos a gema desabrocha e essas escamas caem. Na fig. 83 encontra-se um dêsses casos, o da canforeira, em que o botão vegetativo terminal fica abrigado por um conjunto

de catafilos. Em nossa própria vegetação há diversos exemplos ilustrativos dêsse fenômeno; no jacarandá êle é muito evidente.

O próprio modo de vida da planta pode exigir modificações especiais das fôlhas. Assim é que certas espécies, adaptadas às condições de vida das trepadeiras, não dispondo de caules irritáveis, capazes de se enrolar aos suportes, apresentam algumas de suas fôlhas transformadas em gavinhas que possuem a referida irritabilidade. É o que acontece, por exemplo, com a salsaparrilha, representada na fig. 84.

Se, de um lado, a morfologia da fôlha, como acaba de ser exposto, é determinada por diversos fatôres, de outro, a do caule e, mesmo, a de tôda a planta, pode depender, em última análise, da distribuição das fôlhas. Enquanto que fôlhas alternadas, inseridas nos diversos flancos, permitem o desenvolvimento de eixos cilíndricos, fôlhas opostas, cujos pares se sobrepõem em cruz, determinam freqüentemente, caules com seção quadrangular. É o que ocorre, por exemplo, nas sálvias, no cordão-de-frade, etc., da família das Labiadas, e em diversas plantas de outras famílias. Nas Ciperáceas (grupo aparentado ao das Gramíneas) o caule tem, de preferência, seção triangular, determinada pela disposição trística[4] das fôlhas. A própria ramificação do caule é influenciada pela distribuição das fôlhas (filotaxia). Gemas axilares formam os ramos, e, evidentemente, a distribuição dos mesmos depende da situação das fôlhas que as abrigam.

As figs. 85, 86 e 87 representam os três tipos possíveis, de filotaxia: oposta, verticilada e alterna.

Na filotaxia oposta, duas fôlhas se inserem no caule, ao mesmo nível, mas em oposição, isto é, pecíolo contra pecíolo. Quando três ou mais fôlhas se inserem no mesmo nível, chamam-se verticiladas. Sempre que as fôlhas se colocam em níveis diferentes do caule, a filotaxia é alterna. Neste caso, um fio de linha partindo do ponto de inserção de uma fôlha, girando ao redor do caule, depois de tocar sucessivamente os demais pontos de inserção, terá descrito uma hélice. Unindo-se verticalmente fôlhas superpostas obtém-se linhas chamadas ortósticas. Na fig. 88, a linha pontilhada que une os pontos de inserção das fôlhas 1 e 6, é uma ortóstica. Ligando-se com um fio

4 Vide, logo adiante, filotaxia, para compreensão do significado da palavra trística.

essas fôlhas, depois de passar por tôdas as intermediárias, descrevem-se duas voltas, e, no percurso encontram-se 5 fôlhas. Costuma-se representar a filotaxia por uma fração, cujo numerador é dado pelo número de voltas completas que o fio descreve e o denominador pelo número de fôlhas encontradas no percurso. Assim, no exemplo acima, a filotaxia é de $^2/_5$. As filotaxias mais freqüentes são $^1/_2$ (dística), $^1/_3$ (trística) e as de índice $^2/_5$, $^3/_8$, $^5/_{13}$ e $^8/_{21}$ [5]. Pode-se também exprimir a filotaxia pelo ângulo de divergência entre as fôlhas. Para isso projeta-se num plano, como na fig. 89, a hélice que une as diversas fôlhas. Obtém-se, dessa forma, o que se chama espiral geratriz. Nessa espiral são também projetadas as fôlhas, e, no seu centro,

5 **Êstes números podem ser encontrados fàcilmente. Basta lembrar os dois primeiros ($^1/_2$ e $^1/_3$), pois, nos seguintes, tanto o numerador como o denominador, são obtidos pela soma dos numeradores ou denominadores das duas frações imediatamente antecedentes.**

P R A N C H A I X

Figura 81 — Parte terminal de um ramo de uma Gesnerácea brasileira, mostrando um mosaico de fôlhas. Cada par de fôlhas opostas é formado por uma fôlha grande — *fg* e uma pequena — *fp*. Considerando só as fôlhas grandes, ou só as pequenas, vê-se que se inserem alternadamente, ao longo do caule — *c*. Original.

Figura 82 — Parte terminal de um ramo de hera miúda. O botão terminal — *b*, e as gemas axilares — *ga*, ficam protegidos, durante certo tempo, pelas estípulas — *e*, que se desenvolvem antes do resto da fôlha — *f*; nas fôlhas adultas podem não mais ser encontradas, por terem caído. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 83 — Parte terminal de um ramo de canforeira, mostrando a proteção do botão vegetativo por catafilos — *ct* que o revestem quando em repouso; *c* — caule; *p* — pecíolo; *ga* — gema axilar. Seg. Font Quer, modif.

Figura 84 — Segmento de caule — *c*, de salsaparrilha, mostrando uma fôlha normal — *f* e as transformadas em gavinhas — *g*, algumas enroladas ao suporte — *s*. Seg. Font Quer, modif.

Figura 85 — Fôlhas opostas cruzadas. Original.

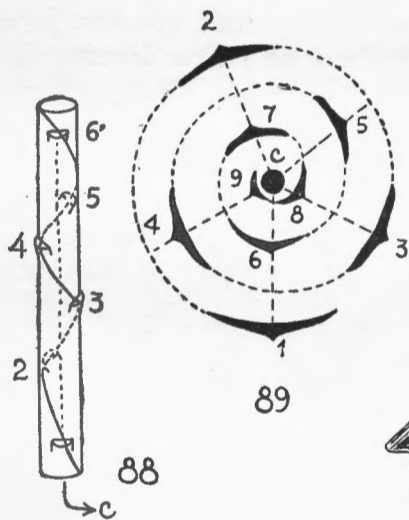
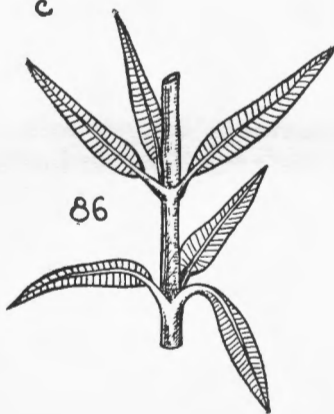
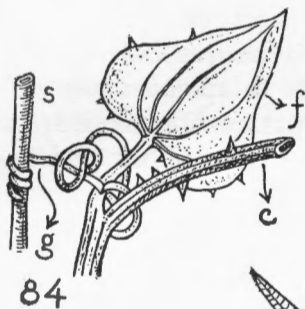
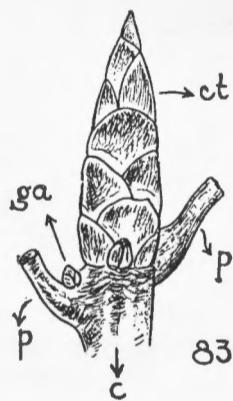
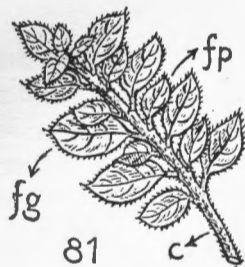
Figura 86 — Fôlhas verticiladas. Original.

Figura 87 — Fôlhas alternas. Original.

Figura 88 — Representação esquemática de um caule — *c* com fôlhas alternas. A hélice passa pelos pontos de inserção das fôlhas sucessivas, 1, 2, 3, etc., e para ir da fôlha 1 à 6, consecutivas na mesma ortóstica (linha vertical pontilhada que as une) descreve 2 voltas completas e passa por 5 fôlhas. Representa êste esquema a filotaxia 2/5. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 89 — Representação esquemática da espiral geratriz, obtida projetando-se no plano, a hélice do diagrama anterior. 1, 2, 3 etc. são as projeções das fôlhas; no centro, a do caule — *c*. As fôlhas 1 e 2 são sucessivas, e entre elas se pode determinar o ângulo de divergência utilizado para caracterizar a filotaxia. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 90 — Fôlha de fortuna que, afastada da planta, pode formar, em pontos pré-determinados de seus bordos, novas plantinhas, servindo, por conseguinte, como elemento de propagação vegetativa. Seg. Rawitscher, modif.

fp
fg
c
81
b
f
e
ga
82
ct
ga
p
p
c
83
s
f
g
c
84
86
87
85
2
7
5
c
9
8
4
3
6
1
89
6'
5
4
3
2
88
c
90

o caule. Unidas as fôlhas superpostas, com linhas que vão até ao centro da espiral, obtém-se, entre fôlhas consecutivas, um ângulo que representa a divergência entre as mesmas. No caso da fig. 89, que é a projeção da filotaxia $^2/_5$, o ângulo de divergência é de 144º (êsse ângulo é medido entre as fôlhas 1 e 2, 2 e 3, etc., na fig. 89).

Se a função normal das fôlhas é, como diversas vêzes foi assinalado, produzir material orgânico indispensável à subsistência da planta, isto não significa, todavia, que êsse órgão não se possa destinar também a outros fins. Adaptações morfológicas especiais podem aparelhar a fôlha para o bom desempenho de novas funções. Cabe recordar que certas fôlhas podem se modificar totalmente, transformando-se em filamentos irritáveis, as gavinhas, que conferem à planta a capacidade de trepar por suportes, aos quais se agarram. Outro caso interessante é o da transformação das fôlhas de certas plantas, em elementos de propagação vegetativa. A fig. 90 mostra, justamente, um dêsses casos. Trata-se de uma fôlha de fortuna. É espêssa (pelo acúmulo de muita água e outras substâncias de reserva) e tem a faculdade de resistir muito bem aos rigores do ambiente. Em reentrâncias de seus bordos muito recortados, em certas condições, desenvolvem-se muitas plantinhas. Isto ocorre sòmente depois que a fôlha é arrancada da planta[6].

Os exemplos citados até êste ponto, ilustram a enorme diversidade morfológica das fôlhas de diferentes plantas. No caso descrito da formação de um mosaico de fôlhas, todavia, já se verificou a possibilidade de ocorrência de fôlhas diversas, na mesma planta. No referido exemplo (Fig. 81), fôlhas grandes e pequenas encontram-se, lado a lado, no mesmo ramo. À formação de fôlhas diversas na mesma planta, dá-se a designação genérica de heterofilia; quando, porém, as fôlhas diferentes se inserem ao mesmo nível, como no exemplo citado, usa-se o nome especial de anisofilia. Certas espécies de *Selaginella* mostram o mesmo fenômeno.

---

6 Outros casos de fôlhas que podem funcionar como órgãos de propagação vegetativa são conhecidos. Dos mais citados é o exemplo das fôlhas de begônia, que, arrancadas, geram em determinados pontos, novas plantinhas. Menos lembrado é o caso de certas espécies de *Kalanchöe*, que, como na fortuna, (da mesma família — Crassuláceas), produzem, em pontos prèdeterminados de suas fôlhas, novas plantinhas. Em *Kalanchöe*, todavia, as plantinhas aparecem nas fôlhas que ainda estão prêsas à planta-mãe.

Inúmeros exemplos de heterofilia podem ser fàcilmente encontrados. A fig. 91 é de uma plantinha de feijão onde se encontram, em alturas sucessivas, primeiro as fôlhas cotiledonares, depois as primárias e finalmente as definitivas. Os cotilédones, embora tenham pequena superfície, são fôlhas muito espêssas por acumularem reservas. As fôlhas primárias apresentam um limbo muito amplo, indiviso. As definitivas formam limbo trifoliolado. Essas diferentes fôlhas aparecem em estágios sucessivos do desenvolvimento da planta. Surgem primeiro os cotilédones, depois as fôlhas primárias e finalmente as definitivas. Os cotilédones podem persistir até o início do desenvolvimento das primeiras fôlhas definitivas, caindo depois. Embora as fôlhas primárias durem mais, acabam também caindo.

Ainda que possa parecer estranho, as fôlhas de uma só planta se desenvolvem, às vêzes, em meios diferentes. A fig. 92 ilustra o caso de uma *Sagittaria.* Essa planta apresenta ao mesmo tempo fôlhas submersas, outras flutuantes e aéreas. As primeiras têm o formato de fitas longas e delgadas, e, por se deformarem fàcilmente, acomodam-se ao movimento das águas, evitando romper-se. As segundas se expandem numa superfície grande que facilita a flutuação. Finalmente, as fôlhas aéreas, providas igualmente de limbo amplo, são sagitadas. Outro exemplo do mesmo fenômeno é o de *Batrachium aquatile,* representado na fig. 93. Apenas dois tipos ocorrem nessa planta: as aéreas, com grande limbo, e as submersas, transformadas em um feixe de fios. Além de permitir movimentação fácil, sem rompimento, no embate das águas, a transformação dos limbos em fios determina um grande aumento da superfície total, o que é extremamente vantajoso para fôlhas submersas, que precisam retirar da água gases, aí dissolvidos, em concentração muito inferior à existente na atmosfera.

Novos exemplos de heterofilia aparecem nas figs. 94 e 95. Verifica-se aí uma diversificação entre as fôlhas normais, que realizam fotossíntese, e as fôlhas sempre existentes na base das flôres. Estas fôlhas, as brácteas, são, em geral, pouco vistosas. Quando, no entanto, as próprias flôres não são muito atraentes, podem as brácteas apresentar modificações que as capacitam a funcionar como elementos de atração de insetos e pássaros. Desenvolvem-se e assumem coloração viva, como acontece na

flor-de-papagaio (Fig. 94): suas fôlhas normais são verdes e suas brácteas apresentam, geralmente, uma coloração vermelha muito viva. O mesmo fenômeno se repete nas primaveras (Fig. 95), cuja inflorescência é constituída por três flôres pouco desenvolvidas, cada qual saindo da axila de uma bráctea vistosa.

Mais um exemplo interessante de heterofilia está na formação de fôlhas coletoras, além das normais. Exibe-o de maneira bem clara, o *Platycerium alcicorne,* uma Filicínea epifítica, natural das Índias, representada na fig. 96. As fôlhas assimiladoras têm um limbo que se expande em superfície ampla, recortada na parte apical. Saem de um rizoma prêso ao tronco da hospedeira. Justapostas a êle ficam algumas fôlhas circulares que o recobrem, escondendo, assim, igualmente, o ponto de inserção das fôlhas normais. Essas fôlhas circulares, coletoras, formam um conjunto como um ninho, capaz de armazenar

P R A N C H A X

Figura 91 — Plantinha de feijão mostrando: fôlhas cotiledonares — *c,* primárias — *fp,* e definitivas — *fd.* Original.

Figura 92 — Planta de *Sagittaria* mostrando: fôlhas submersas — *fs,* flutuantes — *ff,* e aéreas — *fa.* Nota-se que as primeiras tomam formato de fitas, as segundas são orbiculares, e as últimas, sagitadas. Seg. Pizon, modif.

Figura 93 — Planta de *Batrachium aquatile* mostrando as fôlhas submersas — *fs,* transformadas em um feixe de fios e as fôlhas aéreas — *fa,* de limbo amplo. Baseado em desenho de Pizon, inspirado, provàvelmente, em original de Schenck.

Figura 94 — Ramo de "flor-de-papagaio", terminando por uma inflorescência. As fôlhas assimiladoras — *fn,* são verdes; as brácteas — *br,* apresentam, em sua base, grupos de flôres — *fl,* pouco vistosas. Essas brácteas são bem desenvolvidas e de côres, em geral, muito vivas. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 95 — Inflorescência de primavera, mostrando as três flôres — *fl,* pouco vistosas, que ficam na base de três brácteas — *br,* de côr atraente. As fôlhas normais — *fn,* são verdes e de textura muito menos delicada que as brácteas. Seg. Rawitscher, modif.

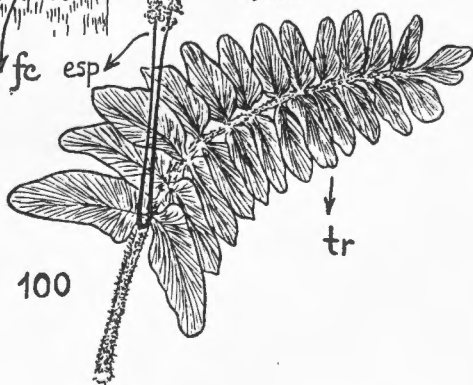
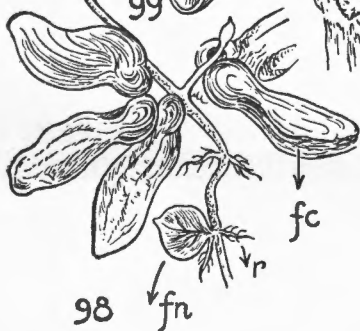
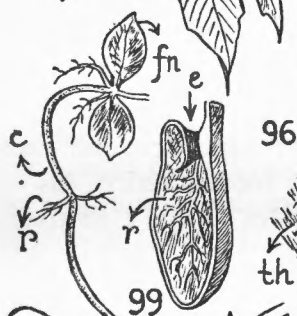
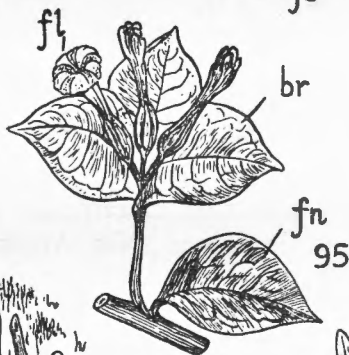
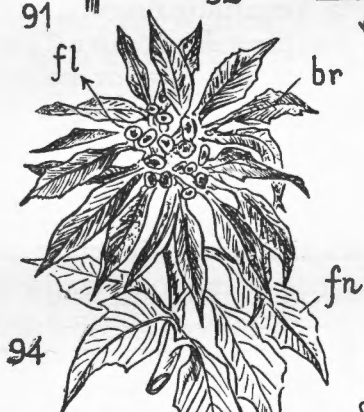
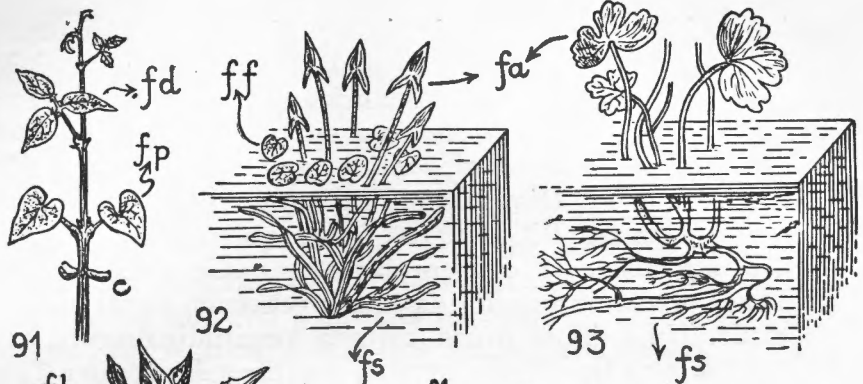
Figura 96 — Planta de *Platycerium alcicorne,* uma Filicínea epífita. As fôlhas coletoras — *fc,* justapõem-se ao tronco da planta hospedeira — *th;* as normais — *fn,* são, morfològicamente, muito diversas. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 97 — Planta de *Polypodium rigidulum* no tronco — *th,* da hospedeira, mostrando o rizoma — *rz,* do qual partem as fôlhas coletoras — *fc,* e as assimiladoras — *fn.* Seg. Goebel, modif.

Figura 98 — Segmento de uma planta de *Dischidia rafflesiana,* onde se vêem fôlhas normais — *fn,* raízes — *r,* e fôlhas coletoras — *fc,* inseridas sôbre o caule — *c.* Seg. Treub, modif.

Figura 99 — Corte longitudinal mediano de uma fôlha coletora de *Dischidia rafflesiana,* mostrando a entrada — *e,* por onde penetram raízes — *r.* Seg. Treub, modif.

Figura 100 — Trofofilos — *tr* (fôlhas normais, assimiladoras) e esporofilos — *esp,* de uma *Anemia.* Original.

fd
fp
c
91
ff
fa
92
fs
93
fs
fl
br
fn
94
fl
br
fn
95
fn
e
c
p
r
99
96
fn
th
fc
97
rz
fc
th
fc
r
98
fn
esp
100
tr

muita umidade e recolher detritos, orgânicos ou não. Raízes que se desenvolvem a partir do rizoma, no interior dêsse ninho, daí retiram água e outras substâncias que alimentam tôda a planta. Caso semelhante encontra-se em outras Filicíneas, como *Drynaria quercifolia* e *Polypodium rigidulum* (Fig. 97). Na planta denominada *Dischidia rafflesiana,* um segmento da qual se encontra na fig. 98, além das fôlhas assimiladoras, opostas, existem algumas coletoras, enroladas de modo a constituírem pequenas urnas, no interior das quais penetram raízes nascidas do caule. Uma dessas urnas, cortada longitudinalmente, está representada na fig. 99 que permite compreender como a água, a poeira e outros detritos acumulados no seu interior podem ser aproveitados pela planta[7].

Bonitos exemplos de heterofilia encontram-se na separação de fôlhas especialmente destinadas à formação de esporos (esporofilos), das fôlhas normais para nutrição (trofofilos). Certas Filicíneas mostram claramente a referida distinção entre os dois tipos de fôlhas. Nas Anemias, por exemplo (Fig. 100), todos os folíolos da fôlha penada, com exceção do último par basal, são trofofilos. Os folíolos basais são transformados; apresentam duas hastes longas que se levantam quase verticalmente, enquanto o resto da fôlha é quase horizontal; na parte terminal das hastes, encontram-se inúmeras pequenas vesículas (esporângios), que encerram, no interior, os esporos. É um belíssimo exemplo de adaptação a funções diversas. Os trofofilos, quase na horizontal, oferecem sua maior superfície aos raios de luz, possibilitando maior rendimento fotossintético. Os esporofilos, quase verticais, munidos de hastes longas e flexíveis, são agitados fàcilmente pelo vento, o que lhes permite boa disseminação dos esporos.

Diversas plantas apresentam um exemplo de heterofilia muito semelhante ao descrito no caso de feijão. Assim é que em certas espécies de eucalipto, como o *Eucalyptus globulus,* nativo na Austrália e cultivado no Brasil, formam-se fôlhas sésseis e opostas, nas primeiras fases de seu desenvolvimento; à medida,

---

7 Na família das Bromeliáceas (onde se enquadra o abacaxi) encontramos muitas plantas, cujas fôlhas se dispõem em "roseta", como se costuma dizer: partem de uma região comum do caule e se desenvolvem para cima, de maneira divergente. A base de cada fôlha forma um canal, e, principalmente no centro da planta, êsses canais reunidos podem acumular água e outras substâncias, funcionando, pois, como elementos coletores. Nessa água uma fauna e uma flora especiais encontram condições ótimas à sua existência. Entre outras, é notável a ocorrência freqüente, aí, de uma planta carnívora do gênero *Utricularia,* que logo será estudada.

porém, que a planta envelhece, as fôlhas vão se tornando mais estreitas, seus pecíolos crescem e a disposição nos ramos passa a ser alterna. Veja-se na fig. 101, à esquerda, em A, representado um ramo da planta, na fase juvenil; em B, outro ramo da mesma, na fase adulta[8].

Da mesma categoria é o exemplo representado na fig. 102, de uma plantinha de mimosa. As primeiras fôlhas desenvolvidas são inteiramente penadas (não aparecem na figura, porque na idade em que esta plantinha foi colhida, já haviam caído). Surgem, em seguida, fôlhas que apresentam a parte terminal penada e o pecíolo com uma expansão lateral. As fôlhas formadas sucessivamente, vão apresentando redução gradual da parte penada, e, em compensação, um aumento progressivo do pecíolo expandido. Desenvolvem-se, finalmente, fôlhas nas quais a parte penada falta por completo, restando só os pecíolos laminares. A êstes damos o nome especial de filódios. Uma planta adulta de mimosa não possui fôlhas de outro tipo.

Considere-se, finalmente, o caso das plantas carnívoras. Apresentam numerosos casos de heterofilia. O exemplo de uma *Nepenthes* acha-se na fig. 103. As fôlhas são de aspecto normal, isto é, constituídas por lâminas verdes, na parte ligada ao caule. Essas lâminas, porém, pouco a pouco se estreitam e cada uma se transforma em um filamento que encerra a nervura mediana. Seu ápice origina uma formação especial, com aspecto de pequena jarra, denominada ascídio, que serve para aprisionar insetos e outros pequenos animais. A fig. 104 mostra maiores detalhes de um ascídio isolado da mesma planta. Além do filamento que o transporta, vê-se, acima do ascídio pròpriamente dito, sua tampa. As paredes do ascídio têm coloração muito vistosa, e, nas bordas, encontram-se muitos pêlos e glândulas que secretam substâncias odoríferas que atraem insetos. Internamente as paredes desenvolvem muitos pêlos voltados para baixo. As glândulas existentes na parte inferior do ascídio secretam enzimas proteolíticos (substâncias capazes de atacar

---

8 É interessante o fato de que quando, por qualquer acidente, as correlações normais da planta são perturbadas, de forma a determinar o desenvolvimento de gemas dormentes, estas darão, a qualquer tempo, ramos do tipo A, se as gemas que se desenvolverem estiverem na base da planta, e do tipo B, se estiverem na parte terminal. Êste fato evidencia de maneira muito clara que as gemas dormentes, na base da planta, foram formadas quando as condições internas eram tais que determinavam o tipo morfológico juvenil. As gemas dormentes, formadas na parte apical, estavam sujeitas a novas condições, as quais conduziam ao desenvolvimento de um tipo morfològicamente diverso.

proteínas). Essas substâncias podem digerir os pequenos animais aprisionados, que chegam ao interior da jarra, voando ou andando pela parede, atraídos pelos odores que ela produz. No fundo do ascídio molham suas asas e não mais podem escapar voando; nem caminhando pela parede, devido aos pêlos referidos, voltados para baixo. Então morrem e os enzimas entram em ação digerindo-os. A tampa inclinada sôbre a abertura do ascídio é fixa, não apresenta qualquer mobilidade. Representa o limbo da fôlha. Pode-se imaginar que seja útil à planta, por impedir que parte da chuva penetre no interior do ascídio e vá diluir em demasia a solução aí existente, reduzindo-lhe o poder digestivo. Ao encontrar a superfície dessa tampa, a água da chuva escorre para o exterior. Outras plantas

PRANCHA XI

Figura 101 — Heterofilia em eucalípto. Em *A*, tipo juvenil, com fôlhas sésseis e filotaxia oposta cruzada. Nota-se que o caule — *c*, neste caso, é quadrangular. Em *B*, ramos produzidos pela parte mais velha, com fôlhas alternas, pecìoladas, de limbo mais longo, muito mais estreito que o das fôlhas do primeiro tipo. Baseado em fotografia de Holman e Robbins.

Figura 102 — Plantinha de mimosa (*Acacia podalyriaefolia*), mostrando fôlhas jovens, que ainda possuem uma parte penada — *p*, e cujo pecíolo — *pc*, começa a se expandir. Nas fôlhas situadas em níveis sucessivamente mais altos, a parte penada diminui, ao mesmo tempo que aumenta a expansão do pecíolo. Finalmente, só restam fôlhas sem parte penada, mas com lâmina totalmente formada pelo pecíolo. Denòminam-se filódios — *fi*. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 103 — Parte de uma planta de *Nepenthes* sp. Mostra o caule — *c*, onde se inserem as fôlhas, cuja parte basal — *bf* (base foliar) é normal, e serve à fotossíntese. Prolonga-se por um filamento — *f*, que transporta, no seu ápice, um ascídio — *as*, munido de tampa — *t*. O ascídio é o órgão de captação de animais. Original.

Figura 104 — Um ascídio de *Nepenthes* sp. desenhado em tamanho maior (metade do natural); *f* — filamento que liga o ascídio ao resto da fôlha; *p* — pêlos existentes na abertura do ascídio, parcialmente coberto pela tampa — *t*, que representa o limbo da fôlha. Original.

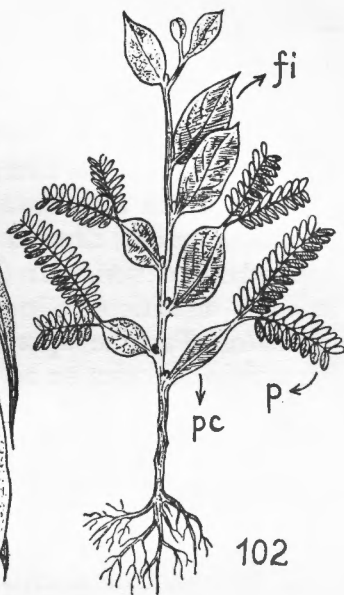
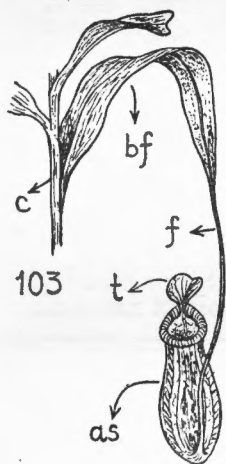
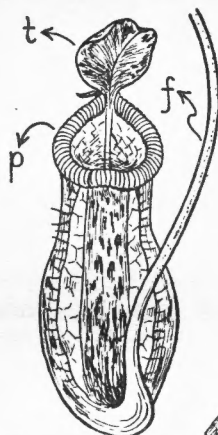
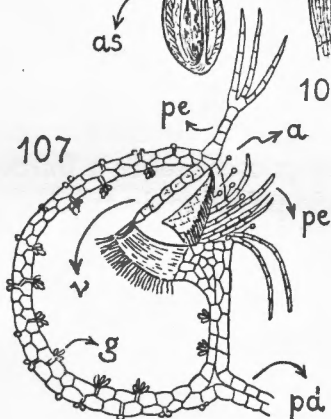
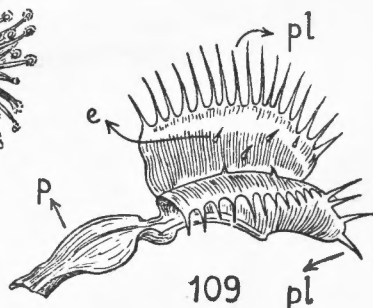
Figura 105 — Ascídio de *Sarracenia variolaris*. Seg. Kerner, modif.

Figura 106 — Ascídio de *Sarracenia laciniata*. Seg. Kerner, modif.

Figura 107 — Ascídio (ou utrículo) de uma *Utricularia; pd* — pedúnculo que se prende ao caule; *a* — abertura por onde água e pequenos animais penetram; *pe* — pêlos nas vizinhanças da mesma; *v* — válvula que só se abre para o interior; *g* — glândulas. Seg. Sachs, modif.

Figura 108 — Fôlha de *Drosera rotundifolia*, revestida de pêlos glandulares; alguns, à esquerda, curvados sôbre o pequeno animal aprisionado. Seg. Darwin, modif.

Figura 109 — Fôlha de *Dionaea muscipula*, cuja parte basal, laminar — *p*, se prolonga pela parte apical adaptada à captação de animais. Quando a fôlha se fecha, bruscamente, ao ser tocada, os pêlos — *pl*, das bordas se entrelaçam, formando como que pequena gaiola. Na superfície interna encontram-se pequenos espinhos — *e*. Seg. Darwin.

c
A
B
101
fi
pc
p
102
bf
c
f
103
t
as
t
p
f
105
104
106
pe
107
a
pe
v
g
pd
108
pl
e
p
109
pl

carnívoras formam ascídios morfològicamente um pouco diversos, como os representados nas figs. 105 e 106, de *Sarracenia variolaris* e de *Sarracenia laciniata,* respectivamente. O princípio de captação dos animais não é alterado, fundamentalmente, nestes casos. Muito diverso, porém, é o que ocorre em *Utricularia,* planta carnívora aquática, que, ao lado de fôlhas filamentosas verdes, capazes de fotossíntese, apresenta outras transformadas em vesículas (utrículos) para captação de pequenos animais aquáticos. São difìcilmente visíveis a ôlho nu, êsses utrículos. Para se apreciar os detalhes de sua organização é necessário recorrer-se ao uso do microscópio. A fig. 107 apresenta o que uma preparação microscópica do corte longitudinal mediano de um dêsses utrículos permite observar. Insere-se no caule por um pedúnculo. Suas paredes apresentam, em ambas as superfícies, numerosas glândulas. Na parte do utrículo oposta ao pedúnculo, encontra-se uma abertura munida de uma válvula. Ao redor da abertura existem pêlos de tamanhos diversos, alguns ramificados. Ao toque de um pequeno animal nos pêlos do utrículo ou na própria válvula, esta se abre. Uma porção de água é aspirada, arrastando, com ela, o animal, para dentro do utrículo. A válvula que se abrira deslocando-se para o interior do utrículo, sofre pressão da água que aí penetrou e volta a fechar-se. Enzimas proteolíticos secretados pelas glândulas a que nos referimos, digerem as proteínas do animal capturado. A água é em parte gasta, em parte eliminada pelas glândulas da parede. Cria-se, assim, uma diferença de pressão entre o interior e o meio externo, o que possibilita nova abertura da válvula e entrada de outro jacto de água, trazendo novas prêsas.

A fig. 108 mostra o exemplo de outra planta carnívora, uma *Drosera*[9]. Trata-se de plantas de pequeno porte, cujas fôlhas apresentam sua superfície totalmente recoberta de pêlos glandulares (tentáculos), os quais excretam uma substância viscosa, capaz de prender pequenos animais que pousem sôbre a fôlha. O aprisionamento dos mesmos é facilitado pelo fato de que êsses tentáculos são irritáveis. Logo que o animal toca a fôlha, êles começam uma reação de curvatura, dobrando-se sôbre a prêsa.

---

9 Diversas espécies de *Drosera* ocorrem no Brasil, por exemplo, em muitos brejos dos arredores de São Paulo, no Itatiaia, no Jaraguá e no Alto da Serra (Paranapiacaba).

São sempre enzimas proteolíticos que se encarregam da digestão das proteínas do animal. As substâncias digeridas são absorvidas pela fôlha, e, do animal, só restará a carapaça envolvente. Terminada a digestão, os pêlos voltam, pouco a pouco, à posição distendida. O último exemplo escolhido é o de *Dionaea muscipula,* representada na fig. 109. Nesta planta a parte apical das fôlhas pode se transformar, apresentando muitos pêlos em seus bordos e alguns espinhos à superfície. Quando um pequeno animal toca essa superfície, um mecanismo especial (ligado à variação de turgescência dos tecidos) faz com que as duas metades da fôlha se fechem bruscamente; os pêlos dos bordos se entrelaçam e o pequeno animal é aprisionado, como numa gaiola. Terminada a digestão, as metades da fôlha voltam, pouco a pouco, à posição distendida.

Conhecem-se numerosos outros casos de plantas carnívoras[10], que, ao lado das fôlhas normais podem apresentar outras, transformadas em elementos para captação de animais. Os exemplos descritos bastam, porém, para ilustrar êste interessantíssimo caso de heterofilia.

SUMÁRIO

1. A fôlha é a principal sede de elaboração de alimentos orgânicos sob ação da luz (fotossíntese) e de eliminação de água na forma de vapor (transpiração). Seus tecidos constituintes são, na maior parte, vivos e respiram.

2. Se completa, consta de limbo, pecíolo, bainha e estípulas. Qualquer destas partes pode faltar. Menos freqüente é a ausência, total ou parcial, do limbo. Quando isto ocorre, outra parte da fôlha pode expandir-se, para que seja mantida a fotossíntese. Isto explica estípulas muito grandes, como as da ervilha, e pecíolos achatados (filódios), como os da mimosa *(Acacia podalyriaefolia).*

3. O limbo, de formato extremamente variável, pode ter bordos lisos, denteados, recortados, etc. Sua superfície pode ser lisa e brilhante, ou recoberta por cêra, pêlos, espinhos, etc. O limbo pode ser indiviso, ou partido em dois, três ou mais folíolos, como nas fôlhas geminadas (unha-de-vaca), trifolioladas (feijão) e penadas, respectivamente. Quando

---

10 É quase desnecessário esclarecer que as notícias sôbre a existência de plantas capazes de devorar sapos, cobras e outros animais bem maiores, como o próprio homem, não merecem crédito algum, pertencendo absolutamente ao terreno da lenda e da fantasia.

O que convém salientar é que as plantas carnívoras têm despertado a atenção de numerosos cientistas, desde longa data. Assim é que Charles Darwin, conhecido por seus famosos estudos sôbre a origem das espécies, interessou-se muito por elas, chegando mesmo a publicar um excelente livro sôbre o assunto. Muito mais recentemente, outro livro, todo êle dedicado às plantas carnívoras, foi publicado por Lloyd.

estas últimas terminam por um só folíolo, são imparipenadas (roseira); quando por dois, paripenadas *(Cassia)*.

4. Na mesma planta podemos encontrar mais do que um tipo de fôlhas. A êste fenômeno chamamos heterofilia. O nome especial de anisofilia é reservado ao caso em que as fôlhas diversas se inserem na mesma altura do caule. Em certas espécies de eucalipto, bem como em outras plantas, as fôlhas formadas no início de seu desenvolvimento diferem das que a planta adulta origina. Nas plantas carnívoras são fôlhas que se transformam em órgãos de captação (ascídios) de pequenos animais. Nas Filicíneas, as fôlhas que transportam esporos (esporofilos) podem diferir muito, morfològicamente, das assimiladoras (trofofilos). Exemplo: diversas espécies de *Anemia*. Ambientes diferentes podem exigir fôlhas morfològicamente diversas. Em certas espécies de *Sagittaria*, por exemplo, as fôlhas submersas são filamentosas, as flutuantes, orbiculares e as aéreas, sagitadas.

5. A fôlha pode sofrer diversos tipos de transformações. Além dos filódios e das fôlhas carnívoras já mencionadas, é preciso considerar os espinhos (figo-da-índia) e as gavinhas (salsaparrilha, ervilha), além das escamas de certos bulbos (cebola), que se destinam à armazenagem de substâncias nutritivas.

6. Há certas fôlhas, finalmente, que podem substituir a corola, como elemento de atração de insetos e aves, assumindo, para isso, coloração vistosa, quando a própria flor é pouco atraente, como nos exemplos da flor-de-papagaio e da primavera.

7. Chama-se filotaxia à disposição das fôlhas no caule. Pode ser: oposta *(Salvia, Coleus)*, verticilada (espirradeira) e alterna (laranjeira).

8. Nas Monocotiledôneas as fôlhas são, em geral, invaginantes e paralelinérvias. Nas Dicotiledôneas são, via de regra, de inervação reticulada e desprovidas de bainha.

PERGUNTAS

31. Qual é a função básica das fôlhas?

32. Quais as partes constituintes de uma fôlha completa?

33. Em que diferem, quanto às fôlhas, as Mono e as Dicotiledôneas?

34. Explique a organização básica de um palmito.

35. Explique a organização básica de uma bananeira.

36. Cite alguns exemplos de fôlhas transformadas.

37. Que entende por heterofilia? Cite 2 exemplos.

38. Que entende por filotaxia? Quais os tipos fundamentais?

39. Além das fôlhas aéreas há outras, aquáticas e terrestres. Cite exemplos de ambas.

40. Explique a organização básica de um fôlha transformada para captação de animais.

5 — A FLOR

Depois de maduras, as plantas fanerogâmicas florescem. As flôres são os elementos que possibilitam a sua multiplicação. Para se tornar madura uma planta consome um período que oscila entre algumas semanas e vários meses, ou mesmo anos, conforme a espécie.

A flor sempre nasce na axila de uma bráctea e, quando completa, consta de um pedúnculo que se prende ao caule por uma de suas pontas, transportando, na outra, os demais elementos que a constituem: cálice, corola, estames e pistilo. A fig. 110 mostra essa organização, de maneira esquemática. Sòmente uma sépala, uma pétala, um estame e o pistilo ou gineceu, inseridos na parte dilatada do pedúnculo floral, foram desenhados. As demais peças foram omitidas, a fim de facilitar a análise da disposição dos elementos florais. Vê-se que êles descrevem círculos concêntricos, ao redor do gineceu. Êsse é o esquema de uma flor cíclica. As flôres das plantas menos evoluídas, entre as Fanerógamas, não apresentam a mesma organização. Como se vê na fig. 111, os diversos elementos florais da magnólia dispõem-se de maneira helicoidal, em tôrno do eixo da flor. Flôres como essa têm o nome de acíclicas. Em certas plantas encontra-se um tipo de transição, no qual o cálice e algumas pétalas são cíclicos, mas as demais pétalas e os estames dispõem-se helicoidalmente. Um exemplo disso encontra-se nas flôres de *Victoria regia* e demais Ninfeáceas.

O cálice e a corola são considerados acessórios, porque não tomam parte direta na reprodução. Os estames, em conjunto denominados androceu, e o gineceu, são as partes realmente importantes.

O cálice e a corola formam juntos o perianto e podem faltar. Há também flôres com um dêstes envoltórios sòmente. Ambos são formados por várias peças totalmente livres, ou soldadas, parcial ou completamente. Quando apresentam suas partes

constituintes livres, cálice e corola chamam-se, respectivamente, dialissépalo e dialipétala. Quando as peças constituintes são soldadas, o cálice é gamossépalo e a corola gamopétala[1]. A fig. 112 mostra uma flor gamossépala e gamopétala de fumo. Na fig. 113 encontra-se representada a flor de brinco-de-princesa, que é gamossépala, mas dialipétala. A flor de arruda (Fig. 114) apresenta cálice dialissépalo e corola dialipétala.

Nessa flor, bem como na de fumo, podem ser vistos os diversos elementos florais distribuídos em raios. Sua simetria é radiada. A flor de amor-perfeito (Fig. 115) não mostra a mesma disposição de seus constituintes, mas apresenta um plano que a divide em duas metades simétricas: tem simetria bilateral. Há flôres, finalmente, como a de cana-da-índia (Fig. 116) sem nenhum elemento de simetria: são assimétricas.

Outro ponto a ser considerado, quando se analisa uma flor, diz respeito à relação entre seus componentes. Tomando-se

---

1 Usam-se também as palavras sinsépalo e simpétala em substituição a estas.

PRANCHA XII

Figura 110 — Esquema da organização de uma flor cíclica completa: *p* — pedúnculo; *c* — cálice; *co* — corola; *an* — androceu; *g* — gineceu. Notam-se os diversos elementos florais dispostos em círculos concêntricos. Original, inspirado num esquema de Holman e Robbins.

Figura 111 — Corte longitudinal de uma flor acíclica de magnólia: *p* — pedúnculo; *c* — cálice; *co* — corola; *an* — androceu; *g* — gineceu. Notam-se os diversos componentes da flor dispostos helicoidalmente. Seg. Strasburger, modif.

Figura 112 — Flor de fumo; *c* — cálice; *co* — corola. Neste caso, o cálice e a corola são, respectivamente, gamossépalo e gamopétala. Original.

Figura 113 — Corte longitudinal da flor epígina de brinco-de-princesa, mostrando a corola — *co*, dialipétala, e o cálice — *c*, gamossépalo. O androceu — *an* é formado por 8 estames, dos quais há na figura apenas 5. O gineceu — *g*, apresenta ovário ínfero — *o*. Baseado numa fotografia de Holman e Robbins.

Figura 114 — Flor actinomorfa, hipógina, de arruda, mostrando cálice dialissépalo — *c*, e corola dialipétala — *co*. Seg. Baillon, modif.

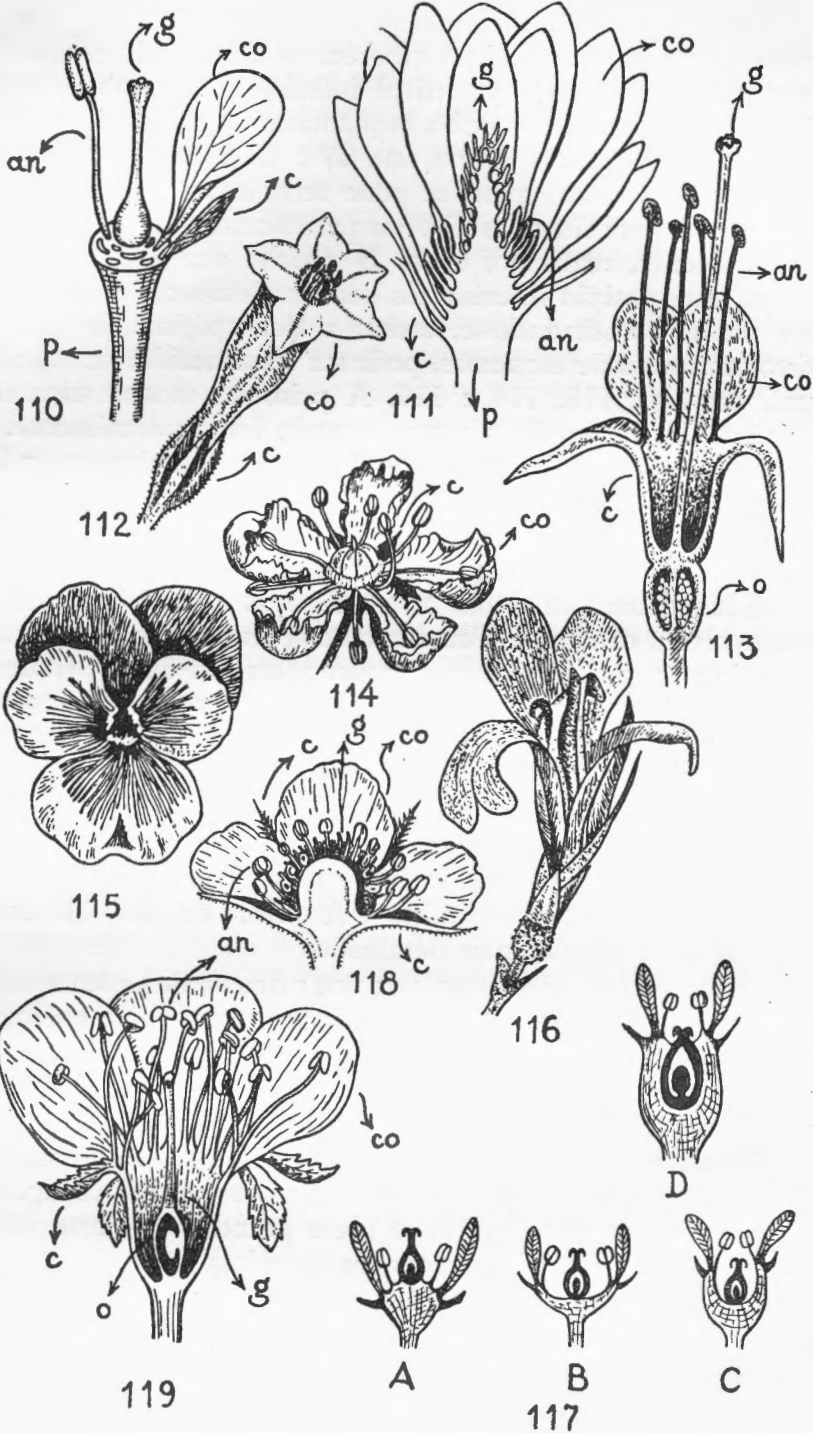
Figura 115 — Flor de simetria bilateral ou zigomorfa de amor-perfeito. Original.

Figura 116 — Flor assimétrica de cana-da-índia. Seg. Schenck, modif.

Figura 117 — Representação esquemática de flôres: hipógina — A; perígínas — B e C; epígina — D. Seg. Schimper, modif.

Figura 118 — Corte longitudinal de flor de morango: *c* — cálice; *co* — corola; *an* — elementos constituintes do androceu; *g* — elementos do gineceu. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 119 — Corte longitudinal da flor perígina de cereja. *c* — cálice; *co* — corola; *g* — gineceu; *an* — elementos constituintes do androceu. Nota-se o ovário súpero — *o*. Seg. Robbins, modif.

g
co
an
c
p
110
co
111
p
an
112
c
113
o
114
115
118
116
119
o
A
B
C
D
117

como ponto de referência o gineceu, os demais elementos florais podem se inserir em nível inferior ao mesmo, como a fig. 117-A mostra de maneira esquemática. Tal flor é chamada hipógina. Na mesma figura, em B e C, estão representadas flôres períginas, nas quais se pode reconhecer uma tendência progressiva para situar as diversas partes acima do gineceu. Isso é, finalmente, realizado, e em D pode-se ver que o gineceu ocupa uma posição inferior aos demais elementos dispostos ao seu redor, constituindo-se, assim, a flor epígina. O que foi visto em forma de esquemas, pode ser reconhecido, de maneira real, nas figs. 113, 114 e 119. A primeira mostra uma flor epígina, de brinco-de-princesa, cortada longitudinalmente. A segunda é de uma flor hipógina de arruda. Finalmente, a fig. 119 é a do corte longitudinal da flor perígina de cereja.

As figs. 113 e 119 permitem explicar o que se entende por ovário ínfero e ovário súpero, respectivamente. O ovário é a parte basal, mais dilatada, do gineceu. É o órgão no qual se desenvolvem os óvulos. Futuramente se transformará em fruto, o qual encerrará as sementes, resultantes dos óvulos fecundados. Quando o ovário se coloca abaixo do ponto de inserção das demais peças da flor, chama-se ínfero (Fig. 113). Quando, ao contrário, está situado acima do ponto de inserção dos outros elementos florais, tem o nome de súpero (Fig. 119).

Já foi visto que a parte essencial da flor é representada pelo androceu e pelo gineceu. São êstes que transportam, respectivamente, os elementos masculino e feminino da flor. Merecem, por isso, um estudo mais detalhado.

O androceu é constituído por um número de estames variável de um a muitos[2]. O estame consta de um filête encimado por pequena dilatação, a antera, em cujo interior se formam e se encontram os grãos de pólen. A fig. 120 mostra, em A, um estame visto de frente, em B, visto por trás. Aqui se pode distinguir a zona de inserção do filête na antera, o conetivo. O modo pelo qual a inserção se faz, pode variar. Na fig. 120 ela é basal, mas na fig. 121 o filête prende-se à parte média da antera e na fig. 122, em sua parte apical. Quando a antera está madura deve abrir-se, a fim de libertar os grãos de pólen.

---

2 Em casos excepcionais nem mesmo 1 estame completo pode ser reconhecido. É o que sucede com a flor de cana-da-índia (Fig. 116): do único estame ainda fértil, só metade da antera persiste como tal e pode produzir pólen; a outra metade é petalóide: assemelha-se a uma pétala.

A êsse fenômeno de abertura da antera dá-se o nome de deiscência. As figs. 121, 122 e 123 permitem ver que a deiscência se pode processar por diversos modos. No primeiro caso a antera se abre por uma fenda longitudinal; no segundo, por dois pequenos orifícios apicais, no terceiro, por meio de valvas que se destacam do resto da antera. Os nomes dados a êsses diversos modos de deiscência são, respectivamente, longitudinal, poricida e valvar.

Essas figuras tôdas ilustram também a existência de uma grande variabilidade de formas de estames e de seus elementos constituintes. Na fig. 120 pode-se perceber claramente que a antera é formada por duas metades, simétricas em relação ao conetivo. Um caso interessante encontra-se em *Salvia* (Fig. 124), da família das Labiadas, onde só metade da antera persiste como antera. A outra metade, no lado oposto, é transformada em pequeno apêndice. As duas partes da antera estão muito afastadas, porém unidas por um conetivo bem desenvolvido, ao qual se prende o filête, mais próximo do apêndice. Dêsse modo o conjunto funciona como uma alavanca interfixa. Com efeito, uma pequena pressão sôbre o apêndice, faz o conetivo deslocar a antera. Ver-se-á logo adiante como êsse mecanismo permite uma boa adaptação ao transporte de pólen por insetos. Em todos os casos até agora analisados, os estames possuem filêtes.

Conhecem-se casos, como o da fig. 125, em que as anteras são sésseis. Na fig. 126 está o exemplo de estames que se ramificam muito, como na flor de mamona *(Ricinus communis)*. Os estames podem ser todos livres e a flor em que isso acontece recebe o nome de dialistêmone. A flor gamostêmone tem estames soldados, como, por exemplo a do caju, cujos estames estão representados na fig. 127. Há aqui mais uma curiosidade: dos 10 estames, todos soldados, 9 são aproximadamente do mesmo tamanho; um, porém, tem o filête incomparàvelmente maior. Quando todos os estames formam um só feixe, como aqui, recebem o nome de monadelfos. Em certas Leguminosas, na ervilha, por exemplo, os estames vistos na fig. 128, são diadelfos, isto é, formam dois feixes: dos 10 estames, 9 estão soldados entre si, ficando o restante livre. No caso do caju, como há pouco foi mencionado, um dos estames tem desen-

volvimento muito superior aos demais. Na fig. 129, que representa os estames de couve, típicos para tôda a família das Crucíferas, vê-se que dos 6 estames existentes, 2 são mais curtos, 4 mais longos[3]. A êste fenômeno dá-se o nome de tetradinamia.

Os exemplos apresentados bastam para mostrar a enorme diversidade de formas do androceu. Antes de estudar o gineceu, veja-se a fig. 130. Mostra, em três dimensões, um estame do tipo mais freqüente, cuja antera foi cortada transversalmente. Sôbre o filête, vê-se a antera constituída de duas metades (tecas), simétricas em relação ao conetivo. Em cada metade, quando a antera está madura, encontra-se uma grande loja,

3 Êstes 4 estames provieram, provàvelmente, de 2 que se desdobraram. Pode-se ver que seus filêtes são ainda soldados na base, dois a dois.

PRANCHA XIII

Figura 120 — Estame visto de frente — A, e por trás — B; *f* — filête; *a* — antera; *c* — conetivo. Nota-se que a antera é basifixa. Seg. Schimper, modif.

Figura 121 — Antera — *a*, mesofixa. Nota-se a linha — *l*, de deiscência longitudinal. Seg. Kerner, modif.

Figura 122 — Antera — *a*, com deiscência poricida. Sua ligação com o filête — *f*, se faz pela parte apical; *p* — poros. Seg. Kerner, modif.

Figura 123 — Antera com deiscência valvar; *v* — valvas; *f* — filête. Seg. Engler, modif.

Figura 124 — Estame de *Salvia: a* — metade normal da antera; *ap* — a outra metade transformada em apêndice; *c* — conetivo; *f* — filête. Seg. Engler, modif.

Figura 125 — Anteras sésseis de magnólia. Parte de uma figura de Wettstein, modif.

Figura 126 — Estames ramificados de mamona. Original.

Figura 127 — Estames monadelfos de caju. Nota-se que um dos 10 estames é muito mais longo que os restantes. Seg. Baillon, modif.

Figura 128 — Estames diadelfos de ervilha. Nota-se que um estame é solitário e os 9 restantes são soldados entre si. Seg. Baillon, modif.

Figura 129 — Estames tetradínamos de couve. Seg. Baillon, modif.

Figura 130 — Representação esquemática, tridimensional, de um estame cuja antera foi cortada transversalmente. *f* — filête; *c* — conetivo; *l* — loja onde se encontram os grãos de pólen; *d* — linha de deiscência longitudinal. Seg. Luerssen, modif.

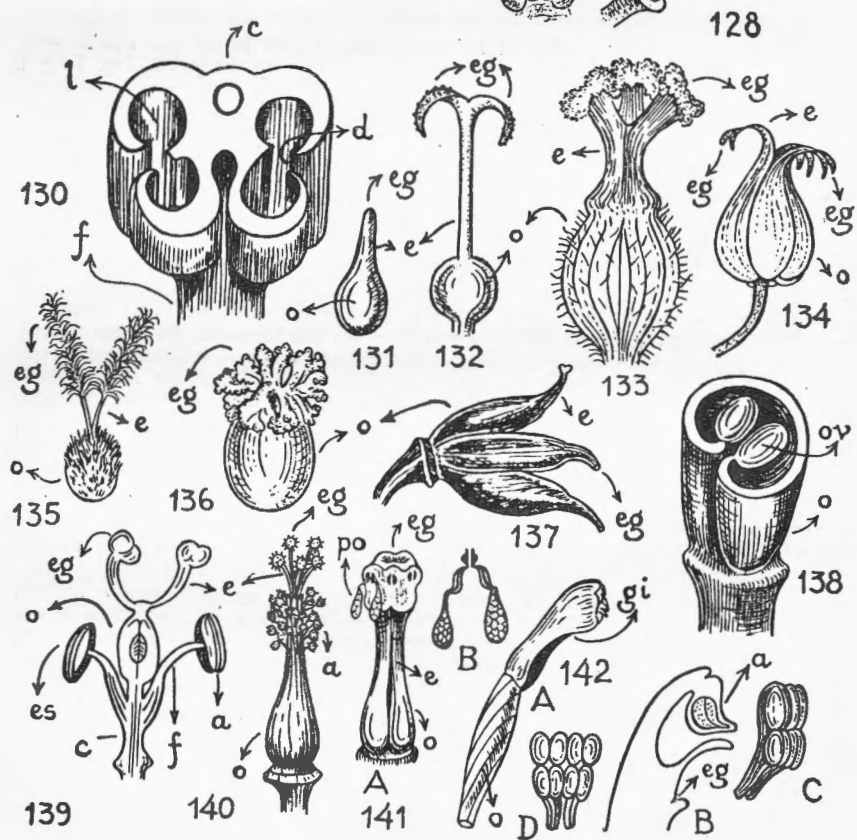
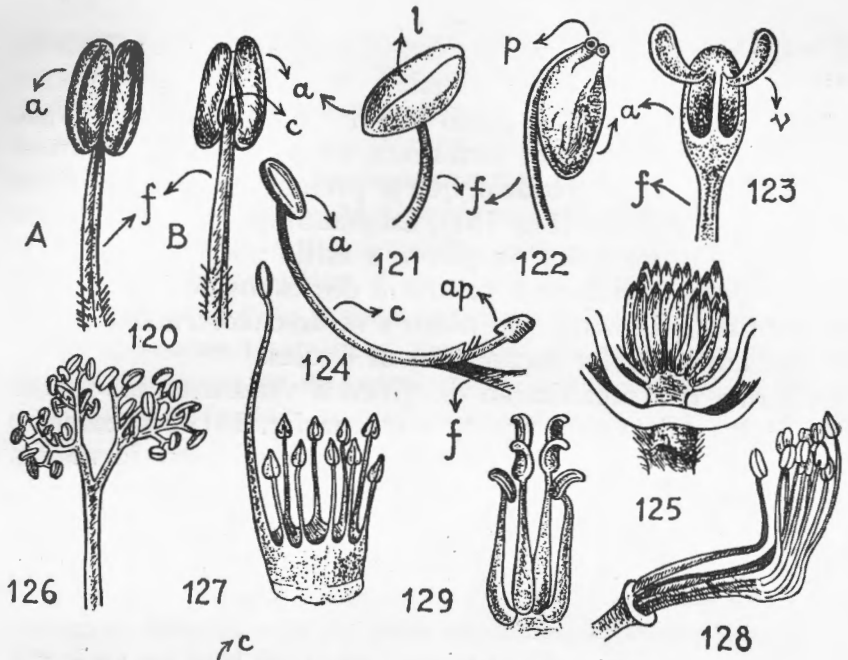
Figura 131 — Gineceu de abacate; *o* — ovário; *e* — estilo; *eg* — estigma. Original.

Figura 132 — Gineceu de café. Nota-se o estigma — *eg*, bipartido. Original.

Figura 133 — Gineceu de abóbora mostrando estigma — *eg*, tripartido, sendo cada parte extremamente desenvolvida. Baseado em Baillon.

Figura 134 — Gineceu de uma Euforbiácea, mostrando numerosos estigmas — *eg*, sôbre estilos — *e*, muito curtos. Seg. Baillon, modif.

Figura 135 — Gineceu de trigo, uma Gramínea. O ovário — *o*, prolonga-se por um estilo bipartido — *e*, terminando cada ramo por um estigma plumoso, de ampla superfície — *eg*. Seg. Luerssen, modif.

Figura 136 — Gineceu de mamão. Sôbre o ovário — *o*, assenta amplo estigma lobado — *eg*. É um estigma séssil. Original.

onde se abrigam os grãos de pólen. A figura permite ver ainda, a linha de deiscência longitudinal.

O gineceu ou pistilo, como já foi mencionado, é o órgão que abriga os elementos femininos da flor. Consta de uma parte basal dilatada, o ovário, que se prolonga pelo estilo, sôbre o qual fica o estigma (Fig. 131). Enquanto que o estigma serve para o pouso dos grãos de pólen, o estilo abriga tecidos que se destroem e permitem a passagem dos tubos polínicos. Êstes resultam da germinação do pólen e se desenvolvem até o ovário, em cujo interior fecundarão os óvulos.

A forma e a organização do gineceu variam tanto quanto a do androceu. O tipo representado na fig. 131, representa o caso do gineceu de abacate, um dos mais simples. Já na fig. 132 aparece um tipo um pouco mais complexo, o do café. O estilo aí se biparte na região apical e cada ramo termina por um estigma. Na abóbora (Fig. 133), o estilo muito curto e

Figura 137 — Gineceu apocárpico de acônito. Cada carpelo forma um ovário — *o*, que se prolonga por um estilo — *e*, e um estigma — *eg*, próprios. Seg. Berg e Schmidt.

Figura 138 — Representação esquemática, tridimensional, de um gineceu cujo ovário — *o*, foi cortado transversalmente e permite ver em seu interior 2 óvulos — *ov*. Seg. Engler e Prantl, modif.

Figura 139 — Ginandróforo de maracujá em corte longitudinal. Dos 5 estames — *es*, ligados pelos filêtes — *f*, à coluna — *c*, que suporta o ovário — *o*, a figura mostra apenas 2. O ovário se prolonga por um estilo — *e*, tripartido, cada ramo terminando por um estigma — *eg;* na figura aparecem apenas 2 estigmas. Baseado em Martius.

Figura 140 — Elementos masculino e feminino da flor de mimo de Vênus (*Hibiscus* sp.). O gineceu contém, na base, o ovário — *o*, que termina, na parte apical, por 5 estigmas — *eg*, cada qual sôbre um ramo do estilo — *e*. Numerosos estames, com suas anteras — *a*, livres, tem seus filêtes soldados uns aos outros, constituindo uma túnica chamada andróforo, que reveste o gineceu. Original.

Figura 141 — A — Elementos masculino e feminino da flôr da falsa erva-de-rato[2]: o ovário — *o*, é bicarpelar, sendo os carpelos um pouco separados na base, o que se vê quando se remove a delicada túnica envolvente, formada pelo concrescimento dos filêtes. Prolongam-se por dois estilos — *e*, soldados na parte apical que termina por um estigma — *eg*, claviforme. As anteras estão dispostas ao redor do estilo, com o qual concrescem, abaixo do estigma. Notam-se na figura, 2 polínios — *po*, que estão desenhados em maior detalhe em B. Seg. Baillon e Eichler, modif.

Figura 142 — A — Ginostêmio de uma orquídea (*Phajus grandiflorus*): *o* — ovário; *gi* — ginostêmio, resultante da fusão do estilo com o estame[3]. B — Corte longitudinal da parte apical do ginostêmio; *a* — antera; *eg* — parte receptiva do estigma. C — polínios vistos de perfil e D, de frente. Seg. Rawitscher, modif.

---

2 Trata-se de uma Asclepiadácea, *Asclepias curassavica*. As verdadeiras ervas-de-rato pertencem à família das Rubiáceas.

3 A maioria das orquídeas apresenta 1 só estame fértil; algumas, todavia, possuem 2 e mesmo 3.

grosso é tripartido, terminando as três partes por estigmas de superfície muito ampla. Na fig. 134 encontra-se o gineceu típico das Euforbiáceas (mandioca, mamona, etc. pertencem a essa família), com o ovário terminando, na parte apical, por diversos estigmas que encimam os numerosos ramos em que o estilo curto se divide. As Gramíneas, em geral, têm estigmas plumosos, isto é, muito divididos, de tal forma que a superfície receptiva de pólen é extraordinàriamente desenvolvida (Fig. 135). Isto é de grande conveniência para plantas, como as mencionadas Gramíneas, que têm no vento seu principal agente disseminador de pólen.

Do mesmo modo que no androceu se encontram às vêzes estames cujas anteras são sésseis, desprovidas de filête, constata-se em certos casos, no gineceu a existência de estigmas sésseis, sem estilo, isto é, repousando diretamente sôbre o ovário, como a fig. 136 mostra, no mamão.

Todos os exemplos citados são de gineceus com um ovário sòmente. Êste resulta de uma ou mais fôlhas modificadas, as fôlhas carpelares. Há casos em que as diversas fôlhas carpelares não se soldam para composição de um ovário único, mas cada uma origina um ovário separado. Encontram-se, assim, diversos ovários numa só flor, cada um com estilo e estigma próprios, como se vê no caso do acônito, representado na fig. 137, e na flor de morango da fig. 118.

Para terminar êste breve estudo sôbre o gineceu, veja-se a fig. 138: representa, de maneira esquemática, em três dimensões, um ovário cortado transversalmente, mostrando em seu interior dois óvulos. Êles estão presos aos bordos da única fôlha carpelar que, neste caso, constitui o ovário[4].

Alguns casos interessantes merecem especial consideração. Na flor de maracujá[5] (Fig. 139), o ovário fica na extremidade de uma coluna à qual se prendem, também, os 5 estames. Por transportar elementos do gineceu e do androceu é que a ela se atribui o nome de ginandróforo ou androginóforo. Os

---

4 Chama-se placentação ao modo de inserção dos óvulos nos ovários. Pode ser de diversos tipos. Seu estudo, todavia, será omitido, porque a análise da placentação requer, em geral, o auxílio do microscópio.

5 A flor de maracujá é às vêzes chamada flor-da-paixão. Êste nome está ligado ao fato religioso da Paixão de Cristo. Foi, sem dúvida um espírito místico que o criou, comparando os estames a pequenos martelos, os estigmas aos cravos com que Cristo foi pregado à cruz, e, finalmente, a coroa de pêlos que se encontra nessa flor (mas que não aparece na figura) à coroa de espinhos.

3 ramos do estilo, formados pela parte apical do ovário, terminam por estigmas claviformes. A fig. 139, um corte longitudinal mediano, mostra o ovário sôbre o ginandróforo, 2 estigmas e 2 estames, apenas.

Nas Malváceas, família à qual pertencem o *Hibiscus*, o algodão, etc., o gineceu é quase totalmente revestido por um tubo (andróforo) formado pela soldadura dos filêtes dos numerosos estames (Fig. 140).

Mais complexa é a situação nas Asclepiadáceas. A falsa erva de rato pertence a esta família. A ela refere-se a fig. 141-A. O gineceu possui, neste caso, um ovário bicarpelar. Os dois carpelos são parcialmente separados na base. Soldam-se, todavia, na parte apical, terminando por um único estigma claviforme. Logo abaixo, e ao seu redor, encontram-se as 5 anteras dos estames que concrescem com o gineceu. Os grãos de pólen aglomeram-se em pequenas massas chamadas polínios. Êstes se reúnem dois a dois, como se pode ver melhor na fig. 141-B. Interessante é que os dois polínios de um par não provenham das duas metades da mesma antera, mas sim que um dêles venha da metade esquerda de uma antera e o outro, da metade direita da antera vizinha.

Formação de polínios se verifica também nas orquídeas. Nestas plantas, em geral, só existe um estame fertil, mas em alguns casos, encontram-se dois ou três estames. O ovário é encimado por uma coluna, o ginostêmio, resultante da fusão dos filêtes com o estilo. Na parte terminal do ginostêmio fica a antera e logo abaixo a superfície receptiva do estigma. Isto se vê bem na fig. 142-B que representa um corte longitudinal da parte apical do ginostêmio, representado integralmente em A. Os polínios são vistos de perfil e de frente, em C e D, respectivamente.

Depois de feita a análise de uma flor, pode-se construir o diagrama floral. Êste representa a projeção num plano, dos diversos elementos da flor e indica, também, esquemàticamente, o modo como êsses diversos elementos se dispõem em relação uns aos outros. A fig. 143 mostra a flor de uma quaresmeira e o seu diagrama aparece na fig. 144. De fora para dentro, encontram-se 5 sépalas, 5 pétalas, 10 estames e o ovário, 5-carpelar com 5 lojas. As sépalas estão ligadas pelos bordos. Na

corola um dos bordos de cada pétala é recoberto pela anterior e o outro recobre a seguinte. A flor de brinco-de-princesa (Fig. 145) tem o diagrama da fig. 146, mostrando: 4 sépalas, 4 pétalas, 8 estames em 2 ciclos de 4, e, no centro, o ovário 4-carpelar e 4-locular. Já foi assinalado que flôres organizadas à base do número 2, como as de brinco-de-princesa, e do número 5, como as de quaresmeira, são características das Dicotiledôneas. A fig. 147 mostra uma flor de lírio, que serve de tipo para as Monocotiledôneas. Seu diagrama aparece na fig. 148 que revela organização à base do número 3: 3 pétalas, 3 sépalas, 6 estames em 2 ciclos de 3 e ovário 3-carpelar, 3-locular.

Na flor de lírio, como em muitas outras Monocotiledôneas, o cálice e a corola quase não se distinguem, a não ser pela sua situação: o cálice é o envólucro exterior. As sépalas confundem-se, pela aparência, com as pétalas, isto é, são petalóides. Quando isso ocorre, dá-se o nome de perigônio ao perianto, isto é, ao envólucro floral formado pelo cálice e pela corola. As partes que constituem o perigônio recebem o nome de tépalas.

Os elementos constituintes da flor, que, como acaba de ser visto, podem ser colocados num diagrama, podem, igualmente, ser compostos no que se chama fórmula floral. As flôres de quaresmeira, brinco-de-princesa e lírio, estudadas, têm, respectivamente, as seguintes fórmulas: (5 S, 5 P, 10 E, 5 C); (4 S, 4 P, 4 + 4 E, 4 C); (3 + 3 T, 3 + 3 E, 3 C). Nessas fórmulas, S, representa as sépalas, P, as pétalas, E, os estames, C, os carpelos e T, as tépalas.

Em vez de se apresentarem solitárias, as flôres grupam-se, freqüentemente, em inflorescências que variam muito em sua organização. Reúnem-se, de um lado, três tipos fundamentais, cacho, espiga e umbela, que correspondem a variações da ramificação monopodial do caule. No cacho as flôres, pecioladas, situam-se a certa distância uma da outra. É o que mostra a fig. 149, de um cacho de flôres de *Linaria striata.* A fig. 150 mostra uma espiga de *Plantago.* Aí as pequenas flôres sésseis são colocadas a certa distância uma da outra. As flôres de cerejeira da fig. 151, possuindo pedúnculos que se inserem na mesma altura, constituem uma umbela. Pode-se considerar o espádice de *Anthurium,* representado na fig. 152, como deri-

vado de uma espiga cujo eixo se tornou muito espêsso. O capítulo (típico da família das Compostas) representado na fig. 153, poderia, igualmente, ser derivado de uma espiga, cujo eixo se tivesse alargado muito e encurtado, de maneira a trazer quase para a mesma altura, tôdas as flôres que são sésseis e muito juntas.

Inflorescências compostas resultam de diversas combinações dêsses tipos simples. A fig. 154 é de um cacho de cachos, ou

PRANCHA XIV

Figura 143 — Flor de uma quaresmeira: *p* — pedúnculo; *c* — cálice; *co* — corola; *e* — estames; *g* — gineceu. Original, baseado numa prancha do Departamento de Botânica da Fac. Fil., Ciênc. e Letras, Univ. S. Paulo.

Figura 144 — Diagrama floral de uma quaresmeira. De fora para dentro encontram-se, na seguinte ordem: sépalas, pétalas, estames, e, no centro, o ovário. Baseado em Wettstein.

Figura 145 — Flor de brinco-de-princesa: *p* — pedúnculo; *o* — ovário ínfero; *c* — cálice; *co* — corola; *e* — estames; *et* — estilo; *eg* — estigma. Original.

Figura 146 — Diagrama da flor de brinco-de-princesa. De fora para dentro, na seguinte ordem: sépalas, pétalas, estames e ovários. Original.

Figura 147 — Flor de lírio: *t* — tépalas; *e* — estames; *et* — estilo, *eg* — estigma. Original.

Figura 148 — Diagrama da flor de lírio. De fora para dentro, na seguinte ordem: 2 ciclos de 3 tépalas cada um, 2 ciclos de 3 estames cada um, e, no centro, o ovário. Original.

Figura 149 — Cacho de flôres de *Linaria striata*. Cada flor — *f*, sai da axila de uma bráctea — *b*. Tem pedúnculo — *p*, e a distância entre as flôres não é desprezível. Seg. Schimper, modif.

Figura 150 — Espiga de *Plantago*. As numerosas flôres são sésseis e muito próximas umas das outras. Seg. Duchartre, modif.

Figura 151 — Umbela de cerejeira. As flôres são pedunculadas, mas a distância entre elas é desprezível. Seg. Duchartre, modif.

Figura 152 — Espádice — *esp* de um *Anthurium*. Sai da axila de uma bráctea muito desenvolvida, a espata — *eta*. Original.

Figura 153 — Capítulo de uma Composta[1]. Flôres sésseis — *f*, muito próximas umas das outras, na mesma altura. Seg. Rawitscher, modif.

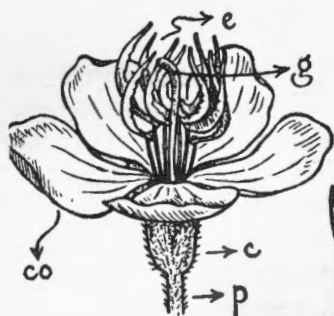
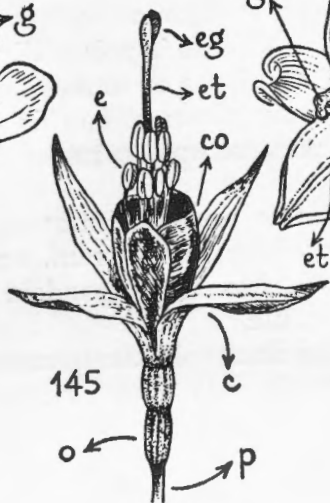
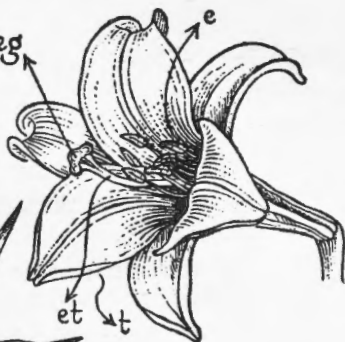
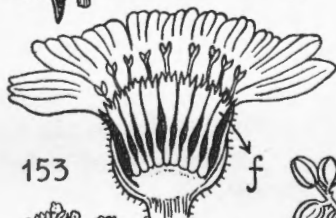
Figura 154 — Panícula de *Yucca filamentosa*. Trata-se de uma inflorescência, no conjunto, um cacho formado por diversas partes, cada uma também um cacho. Seg. Schimper, modif.

Figura 155 — Inflorescência escorpióide de heliotrópio. Tôdas as flôres se formam no mesmo flanco do caule, em cada ramo. Seg. Engler e Prantl, modif.

Figura 156 — Inflorescência em dicásio, de *Cerastium collinum*. As flôres t, t', t", etc., terminam o crescimento dos caules que as formam. Novas gemas se desenvolvem, duas de cada vez, dando ramos que ultrapassam o caule onde nasceram. Seg. Duchartre, modif.

---

1 Nas Compostas o capítulo é formado por flôres de 2 tipos: as centrais são actinomorfas, de corola tubular, pouco desenvolvida, pentâmera; as da periferia são liguladas, isto é, têm as 5 pétalas bastante desenvolvidas e soldadas, formando um tubo aberto em quase tôda a extensão assumindo o formato de pequena língua (lígula).

e
g
co
c
p
143
eg
et
e
co
c
o
p
145
eg
e
et
t
147
144
146
148
f
p
b
149
150
esp
eta
152
151
153
f
155
154
t"
t'
t'
t
156

panícula, de *Yucca*. Seu conjunto, bem como os ramos que a constituem, são cachos. Não há, pois, dificuldade em se compreender que também existam as umbelas compostas (umbelas de umbelas), que caracterizam a família das Umbelíferas e tipos mistos, como por exemplo o cacho de espigas, o cacho de capítulos, etc.

A existência de outros tipos de inflorescências é exemplificada nas figs. 155 e 156, que mostram, respectivamente, um cimo uníparo e um dicásio. Correspondem a tipos de ramificação simpodial do caule.

No cimo uníparo há desenvolvimento sucessivo de uma gema de cada vez. A gema do lado oposto permanece em repouso. Duas alternativas existem neste caso: 1 — as gemas que se desenvolvem estão em lados alternados do caule, disso resultando a formação de uma inflorescência helicóide; 2 — as gemas que se desenvolvem estão tôdas do mesmo lado, surgindo assim uma inflorescência escorpióide, como a da fig. 155, que representa o caso do heliotrópio.

No cimo bíparo ou dicásio, há desenvolvimento de duas gemas de cada vez. Estas ultrapassam o eixo que as formou e deixa de crescer, terminando em uma flor. Tal processo se repete inúmeras vêzes, de modo a constituir uma inflorescência como a da fig. 156.

Diversos outros tipos de inflorescências podem ser encontrados, mas os exemplos vistos são suficientes para mostrar a variedade de maneiras em que as plantas agrupam suas flôres.

O quadro sinóptico abaixo recapitula o estudo antecedente.

A — *Inflorescências correspondendo à ramificação monopodial* (o eixo principal cresce mais do que os ramos)

1) simples: flôres sôbre um eixo único.

a) cacho — flôres pedunculadas; distância entre as flôres não desprezível.

b) espiga — flôres sésseis; distância entre as flôres não desprezível.

x) espádice — espiga com eixo espêsso.

y) capítulo — espiga com eixo largo e curto; flôres quase na mesma altura.

c) umbela — flôres pedunculadas; distância entre as flôres desprezível.

2) compostas: flôres sôbre diversos eixos.

a) panícula — as partes, bem como o todo, são cachos.

b) cacho de espigas — as partes são espigas, mas o todo é um cacho.

c) umbela de umbelas — as partes, bem como o todo, são umbelas.

B — *Inflorescências correspondendo à ramificação simpodial* (os ramos crescem mais do que o eixo principal)

1) cimouníparo ou monocásio — uma só gema se desenvolve de cada vez.

a) helicóide — as gemas se desenvolvem em lados alternados.

b) escorpióide — as gemas se desenvolvem sempre do mesmo lado.

2) cimo bíparo ou dicásio — duas gemas se desenvolvem de cada vez.

Resta analisar, por fim, os mecanismos que se encontram nas flôres e que servem ao encontro dos elementos masculinos e femininos (fecundação), originados em partes diferentes. Os primeiros, contidos nos grãos de pólen, acham-se nas anteras, enquanto que os segundos, encerrados nos óvulos, estão no interior do ovário. É necessário, por conseguinte, aproximar tais elementos e o primeiro passo nessa aproximação se verifica no transporte do pólen para o estigma: polinização. Êsse transporte se efetua através de diversos agentes, entre os quais, papel principal desempenham o vento e certos animais, como insetos e pássaros. Convém, desde já, assinalar, que de um modo geral, a polinização cruzada é mais freqüente. São poucos os casos de polinização direta, isto é, do gineceu de uma flor com pólen da mesma. Diversos mecanismos que impedem a polinização direta são encontrados, indicando êsse fato que a polinização cruzada é vantajosa. Realmente: surge com ela a possibilidade do aparecimento entre os descendentes, de uma variedade muito maior de tipos, o que aumenta a probabilidade da ocorrência de formas bem adaptadas às diversas modalidades de ambiente.

É claro que a polinização direta só é possível em flôres bissexuadas (monóclinas). Nas unissexuadas (diclinas)[6] ocorre, obri-

---

6 Quando as flôres são diclinas, isto é, de um só sexo, desenvolvem apenas estames ou pistilo. Nesse caso, as flôres masculinas e as femininas podem ocorrer na mesma planta (planta monóica) ou em plantas diferentes (planta dióica).

gatòriamente, polinização cruzada, que pode ser feita pelo vento (anemofilia), por insetos (entomofilia), por pássaros (ornitofilia), por outros animais, inclusive o homem, e ainda por outros agentes, como a água (hidrofilia). O homem desempenha seu papel de agente polinizador, consciente ou inconscientemente.

A polinização pelo vento determina a necessidade de certos característicos das flôres e afasta a utilidade de outros. Assim uma corola vistosa é desnecessária, pois que ela só tem a função de atrair animais. As flôres anemófilas são, pois, destituídas, não só de corola vistosa, mas também de glândulas odoríferas e que fabriquem nectar. De outro lado, como o pólen será transportado pelo vento que o deposita ao acaso, é necessário que haja superprodução polínica, porque a maior parte dêsse pólen cairá em lugares não propícios à sua germinação. Nessas plantas, como as Ginospermas, a quantidade de pólen produzida é tão grande, que na época da floração chega a formar verdadeiras nuvens amarelas, conhecidas como "chuvas de enxôfre"[7]. Conseqüência ainda do transporte anemófilo, é a existência de estigmas plumosos, de superfície ampla. As anteras são freqüentemente colocadas em filêtes longos e flexíveis e oscilam ao vento, o que facilita a distribuição do pólen. Muitas vêzes as próprias flôres e mesmo as inflorescências encontram-se na extremidade de pedúnculos delgados e flexíveis. Todos êstes característicos são reconhecíveis na fig. 157, que representa uma parte da inflorescência de uma Gramínea. A fig. 158 mostra o caso de nogueira, cujas flôres são de sexos separados. As femininas, menos numerosas, são reduzidas quase exclusivamente ao gineceu, como se pode ver bem na fig. 159. Do perianto restam apenas vestígios. As flôres masculinas, formadas em grande número, associam-se em inflorescências muito longas e flexíveis. Uma dessas flôres está representada em maior detalhe na fig. 160. Três a cinco segmentos do perianto aderem à bráctea, juntamente com as bractéolas, e formam um conjunto que envolve os numerosos estames.

Muito mais eficiente é o transporte do pólen pelos insetos (entomofilia) ou pelos pássaros (ornitofilia). Sendo o pólen transportado por êsses animais diretamente de uma flor a outra,

---

7 Doenças alérgicas, desencadeadas por pólen, são comuns em regiões em que essas plantas ocorrem em grande número, na época de sua floração. Muitas outras plantas, por exemplo Gramíneas, podem induzir os mesmos fenômenos.

em suas visitas, há garantia de que êle chegue ao seu destino, com pequena perda pelo caminho. Superprodução de pólen não é, por conseguinte, necessária. Em compensação é conveniente, em tais casos, a existência de elementos de atração dos animais polinizadores. A corola vistosa adquire, pois, um papel de relêvo e a adaptação da flor ao agente que a poliniza é tão perfeita, que em certas espécies entomófilas, as flôres adquirem uma coloração visível pelos insetos mas não por outros animais. A côr da corola, porém, serve apenas como um aviso ao inseto ou ao pássaro, de que naquele ponto existe alimento, na forma de néctar, que é uma solução açucarada, ou na forma de pólen comestível. Há mesmo flôres que produzem dois tipos de estames, alguns com pólen comestível, outros, com pólen fértil. O inseto vai à procura do primeiro e inadvertidamente transporta o segundo. Flôres, como a da fig. 161, podem conter no fundo de um tubo longo formado pela soldadura dos elementos da corola, grande quantidade de nectar que só é alcançado por insetos de tromba comprida ou por pássaros, como o beija-flor, de bico muito longo. A referida figura, permite compreender que o pássaro, ao introduzir o bico no tubo da flor, toca com a parte anterior da cabeça, primeiramente no estigma, situado mais alto do que os estames. Se êste pássaro tiver visitado anteriormente outra flor da mesma espécie, dela transportará, sem dúvida, na cabeça, um pouco de pólen e o depositará no estigma. À medida que introduz o bico na flor, sua cabeça baixa, entrando em contato com as anteras. O pólen desta flor se depositará, por conseguinte, na cabeça do pássaro que o transportará para o estigma da próxima flor que venha a visitar.

Neste exemplo se encontra mais um dos mecanismos há pouco aludidos, útil à fecundação cruzada. Outro dispositivo, não menos curioso e eficiente, apresenta-se em *Salvia* (Fig. 162), polinizada por insetos. É uma flor bilabiada, de estigma saliente, sob o lábio superior. Quando o inseto se aproxima, é justamente o estigma que êle encontra em primeiro lugar, aí depositando o pólen da flor que por ventura tenha visitado antes. Pousando, em seguida, sôbre o lábio inferior, toca com sua cabeça os estames que, como foi descrito e ilustrado pela fig. 124, são organizados como pequenas alavancas interfixas. O braço menor (parte do conetivo) que transporta o apêndice

(transformação de metade da antera), ao ser deslocado, arrasta para o lado oposto o braço maior (parte restante do conetivo), no qual se encontra a metade fértil da antera, de modo que esta, baixando sôbre o dorso do inseto, aí depositará uma certa porção de pólen. Quando o inseto alça o vôo, cessa a pressão sôbre aquêle apêndice do estame, o qual voltará, conseqüentemente, a se esconder dentro do lábio superior da flor. Assim, ao ser visitada por um outro inseto, êle também encontrará o estigma como primeiro ponto de contato[8].

Falou-se há pouco na produção de néctar que se pode acumular em várias partes da flor. Às vêzes êle é produzido por elementos especiais onde se encontra: os nectários, que podem ser bastante desenvolvidos, como em diversas Euforbiáceas (Fig. 163).

A fig. 164 ilustra o que ocorre em uma *Aristolochia,* conhecida por vários nomes, como cachimbo-de-turco, papo-de-peru, etc. Nessas flôres se constata a dicogamia, fenômeno muito freqüente, que consiste da maturação do estigma e dos estames em tempos diferentes. Essas flôres são protóginas, isto é, seus estigmas amadurecem antes das anteras. Substâncias com cheiro de excremento atráem môscas, para dentro da flor. Depois de penetrarem nela, passeiam sôbre o estigma, onde deixam o pólen de outra flor que tenham visitado anteriormente. Não podem sair imediatamente, porque o longo tubo formado pela corola é revestido na parte interna por muitos pêlos voltados para baixo. Enquanto estão retidas na flor, as anteras completam sua maturação e o estigma deixa de ser receptivo. Então as môscas, com o corpo todo coberto de pólen, podem sair, porque os pêlos do interior da corola, nesta fase do desenvolvimento da flor, murcham, deixando livre a passagem. Ao visitarem outras flôres, que estejam no estágio feminino, poderão fertilizá-las com o pólen que transportam. A fig. 164 apresenta, em A e B, flôres de *Aristolochia,* no estágio feminino e masculino, respectivamente.

O modo de polinização das inflorescências de figo merece especial atenção. Na fig. 165-A que é um corte longitudinal mediano de um figo, vêem-se numerosas flôres inseridas sôbre

---

8 Para maior garantia de que a fecundação será cruzada, nas flôres de *Salvia* combina-se o mecanismo descrito com a dicogamia, fenômeno a ser estudado em seguida. Diga-se apenas que essas flôres são proterandras.

um receptáculo comum, que se dobra de modo a mantê-las em seu interior. Há apenas uma pequena abertura na parte apical, oposta ao pedúnculo. Certas inflorescências, chamadas caprifigos, contêm quase exclusivamente flôres masculinas. Cada flor masculina contem 3 estames e apenas um dos envólucros florais (Fig. 165-B). As flôres femininas são de dois tipos, diferindo especialmente pelo comprimento do estilo. As de estilo longo (Fig. 165-C) têm papilas estigmáticas e são férteis; as de estilo curto (Fig. 165-D) desprovidas de papilas, são estéreis. Uma vespa *(Blastophaga)* penetra no interior do figo para depositar um ôvo em cada ovário das flôres brevistilas e poliniza as flôres longistilas, com pólen trazido das flôres masculinas do caprifigo por ela visitado antes[9].

Muitas vêzes a polinização direta é impossibilitada mecânicamente pela existência de uma barreira física entre o estigma e os estames. Tal fenômeno toma o nome de hercogamia. Um exemplo encontra-se nas flôres de *Iris* (Fig. 166), onde os três estames estão colocados sob os três ramos do estilo, ficando separados das partes férteis do estigma por uma pequena lâmina de tecidos que o próprio estilo desenvolve.

Considere-se, finalmente, a polinização das flôres de *Prímula* (Fig. 167), de dois tipos diversos. À esquerda encontra-se uma flor longistila, cujas anteras se colocam em nível inferior e à direita outra, brevistila, com as anteras em nível superior. A mesma parte do inseto que tocar as anteras da flor brevistila, tocará o estigma da flor longistila. De modo análogo, a parte que tocar as anteras da flor longistila, tocará o estigma da flor brevistila. O perigo de polinização direta das flôres brevistilas, pela eventual queda de pólen das anteras sôbre o estigma da mesma flor, não existe, na verdade, porque êsses elementos amadurecem em tempos diferentes. Ao fenômeno descrito em *Primula* dá-se o nome de heterostilia[10]. Detalhes ainda não lembrados, são os seguintes: os grãos de pólen da flor brevistila são relativamente grandes e não podem ser retidos entre as papilas muito pequenas do seu estigma; entre elas adaptam-se perfeitamente, no entanto, os grãos de pólen menores, produzidos pela flor longistila; esta, ao contrário, produz papilas

9 O processo de polinização do figo — caprificação — tem importância econômica: exige a criação das vespas polinizadoras, bem como a cultura de plantas produtoras de pólen.
10 Êste fenômeno foi estudado em detalhe por Darwin.

estigmáticas maiores, entre as quais os espaços existentes são suficientemente grandes para reter os grãos de pólen das flôres brevistilas.

Muito mais poderia ser dito a respeito da polinização das flôres, mas os exemplos enumerados devem bastar como indi-

PRANCHA XV

Figura 157 — Parte da inflorescência de uma Gramínea. As grandes anteras — *a*, sôbre filêtes longos e flexíveis — *f*, podem oscilar fàcilmente ao vento. Os estigmas plumosos — *eg*, têm superfície muito ampla, o que facilita a recepção do pólen. Seg. Nees ab Esenbeck.

Figura 158 — Inflorescência masculina — *m* (espiga) muito longa e flexível, de nogueira. É formada pela superposição de inúmeras flôres masculinas, cada uma contendo numerosas anteras e poucos elementos envolucrais. Êstes são formados por 3 a 5 segmentos do perianto, aderidos à bráctea juntamente com 2 bractéolas. As flôres femininas — *f*, são menos numerosas. Seg. Strasburger, modif.

Figura 159 — Flor feminina de nogueira, mostrando o gineceu com seu ovário encimado por estigma bipartido — *eg*, muito amplo. Os envólucros florais — *en*, são reduzidos a pequenas escamas inseridas acima do ovário. Seg. Strasburger, modif.

Figura 160 — Flor masculina de nogueira. As escamas — *en*, representam envólucros florais; abrigam numerosas anteras — *a*, no seu interior. Seg. Strasburger, modif.

Figura 161 — Flor de uma Acantácea (*Sanchezia nobilis*). A corola — *co*, forma um longo tubo, em cujo interior se pode acumular muito néctar. Um beija-flor ao introduzir aí o bico, tocará com a cabeça, primeiro o estigma — *eg*, para depois entrar em contato com as anteras — *an*. Seg. Porsch, modif.

Figura 162 — Flor de *Salvia pratensis*, polinizada por uma mamangaba. O estigma — *eg*, fica saliente, sob o lábio superior. O inseto, ao chegar à flor, toca-o, e nêle deposita o pólen que porventura transporte. Pousando no lábio inferior, empurra com a cabeça a parte basal do estame. Isso faz a antera — *an*, escondida no lábio superior, sair e depositar no seu dorso, uma certa porção de pólen. Seg. Noll, modif.

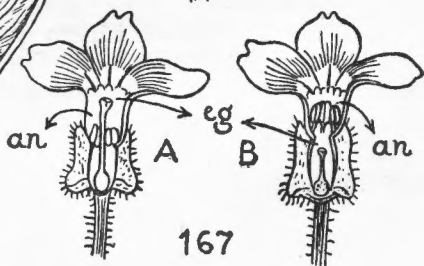
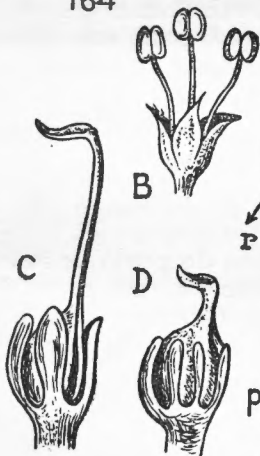
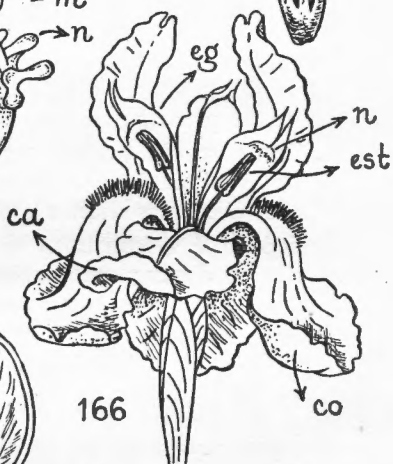
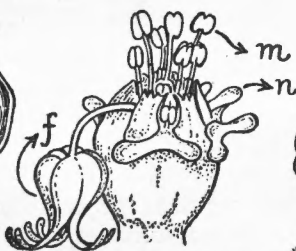
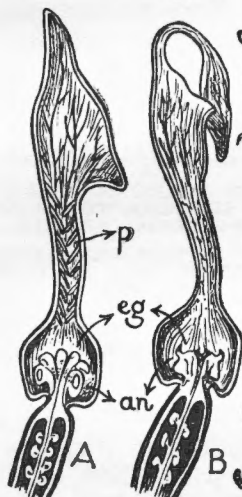
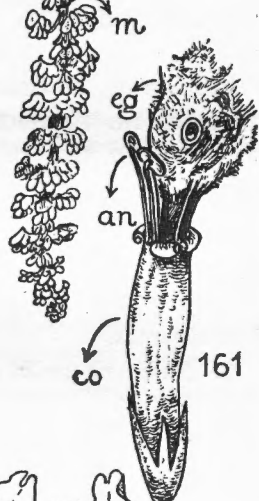
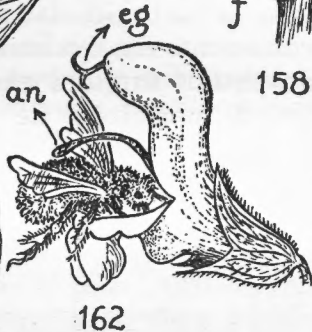
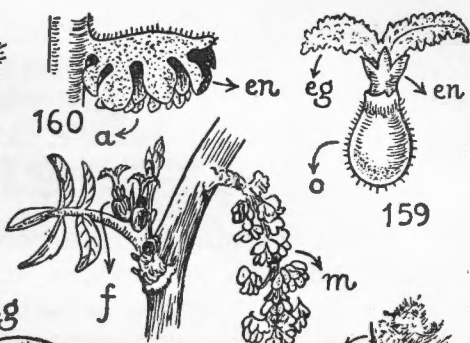
Figura 163 — Inflorescência de uma Euforbiácea. Cada flor masculina — *m*, consta de um único estame; *f* — a única flor feminina do conjunto; *n* — grandes nectários. Seg. Baillon, modif.

Figura 164 — Flôres de *Aristolochia* cortadas longitudinalmente. Em A, a flor se encontra no estágio feminino. O estigma — *eg*, é receptivo e as anteras — *an*, ainda não se abriram. Os pêlos — *p*, da corola, impedem a saída dos insetos que entraram. Em B, flor no estágio masculino. O estigma não é mais receptivo e as anteras maduras estão agora abertas. Os pêlos do tubo da corola murcharam, deixando livre a passagem aos animais. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 165 — A, Figo cortado longitudinalmente; o pedúnculo — *p*, se alarga em amplo receptáculo — *r*, fechado de forma a conter no interior, numerosas flôres; a única abertura que leva às mesmas, fica na parte apical — *a*, oposta ao pedúnculo; B, flor masculina; C, flor feminina longistila, fértil; D, flor feminina brevistila, estéril. A — original, B — seg. Kerner, C e D — seg. Solms-Laubach, modif.

Figura 166 — Flor de *Iris germanica*. As 6 tépalas formam 2 ciclos de 3 externas, que correspondem ao cálice — *ca* e 3 internas, que correspondem à corola — *co*. Os três ramos do estilo — *eg*, recobrem os estames — *est*. Partes férteis do estigma, separadas dos estames por delicadas membranas — *n*. Seg. Rawitscher, modif.

Figura 167 — Flôres de *Primula sinensis*, cortadas longitudinalmente. A — flor longistila; B — flor brevistila. *eg* — estigma; *an* — anteras. Seg. Noll, modif.

eg
f
a
157
en
160
a
eg
en
o
159
f
m
158
eg
an
162
eg
an
co
161
p
eg
an
A
B
164
m
n
f
163
eg
n
est
ca
166
co
B
a
r
C
D
P
A
165
eg
an
A
B
an
167

cação da amplitude do problema. Depois de polinizadas as flôres, os grãos de pólen absorvem água e germinam no estigma; os tubos resultantes (em geral um para cada grão de pólen), crescem por dentro do estilo, e, alcançando o ovário, penetram em seu interior até atingirem os óvulos nêle contidos. Os elementos masculinos trazidos pelos tubos polínicos entram em contato com os femininos existentes nos óvulos, fundem-se com êles (fecundação), formando-se assim as células-ôvo (zigotos) que, crescendo, originam os embriões das sementes. Estas resultam, pois, do desenvolvimento dos óvulos fecundados e ficam contidas no interior dos frutos surgidos em conseqüência do crescimento dos ovários. À morfologia de frutos e sementes referir-se-á no próximo capítulo.

SUMARIO

1. A flor é o órgão que abriga os elementos de reprodução das Fanerógamas.

2. Nasce na axila de uma bráctea e, quando completa, consta de: pedúnculo, cálice, corola, androceu e gineceu.

3. O androceu (conjunto dos estames) e o gineceu (ou pistilo) são os elementos essenciais (respectivamente masculino e feminino) da flor. O cálice e a corola são acessórios; protegem os primeiros e são elementos de atração de animais, principalmente insetos e pássaros. A principal parte do estame é a antera que produz e encerra o pólen. No pistilo a parte principal é o ovário que forma e aloja os óvulos.

4. Cálice e corola podem ter suas peças constituintes (respectivamente sépalas e pétalas) livres ou soldadas. Há, pois, cálices diali e gamossépalos e corolas diali e gamopétalas.

5. Perigônio é o conjunto de invólucros florais (cálice e corola) quando não se distinguem a não ser pela situação, como em muitas Monocotiledôneas. Suas partes constituintes chamam-se tépalas.

6. Os estames podem ser livres ou soldados em um ou mais feixes.

7. Quanto à simetria, as flôres podem ser: actinomorfas (simetria radiada: arruda), zigomorfas (simetria bilateral: amor-perfeito) e assimétricas (cana-da-índia).

8. A deiscência da antera pode ser: longitudinal, poricida ou valvar.

9. O ovário chama-se súpero quando fica acima do ponto de inserção dos demais elementos da flor (lírio) e ínfero no caso contrário (brinco-de-princesa). Neste caso a flor é epígina. Quando o ovário é súpero, as flôres podem ser períginas (cereja) ou hipóginas (arruda).

10. Andróforo chama-se a qualquer elemento que transporta estames (Malváceas).

11. Ginostêmio é a coluna resultante da fusão dos filêtes com o estilo (Orquídeas).

12. Ginandróforo ou androginóforo é o elemento que reúne partes masculinas e femininas da flor (maracujá).

13. Diagrama floral é a projeção, no plano, dos diversos elementos da flor; indica, igualmente, o modo como êles se relacionam.

14. Fórmula floral é a maneira abreviada de se descrever a composição de uma flor.

15. Inflorescências são agrupamentos de flôres. Podem ser monopodiais e simpodiais. No primeiro caso, quando simples, dividem-se em: cacho, espiga (incluindo espádice e capítulo) e umbela; quando compostas, em panícula (cacho de cachos), cacho de espigas, umbela, etc. No segundo caso, dividem-se as inflorescências em: cimo uníparo ou monocásio (helicóide e escorpióide) e cimo bíparo ou dicásio.

16. Polinização é o transporte de pólen, da antera ao estigma. Pode ser: anemófila (pelo vento), entomófila (por insetos), ornitófila (por pássaros), etc. As flôres anemófilas são desprovidas de corola, têm anteras suportadas por filêtes longos e flexíveis, estigmas plumosos. Apresentam superprodução de pólen. As flôres entomófilas e ornitófilas são dotadas de corolas vistosas, glândulas odoríferas e nectaríferas.

17. Há vários mecanismos que evitam a polinização direta: protoginia e protandria, hercogamia, diclinia, heterostilia, etc.

PERGUNTAS

41. Como se distinguem as flôres cíclicas das acíclicas? Cite exemplos de ambas.

42. Quanto à simetria, como podem ser as flôres? Dê exemplos dos vários tipos.

43. Faça o diagrama floral de uma planta Monocotiledônea.

44. Faça o diagrama floral de uma Dicotiledônea.

45. Que entende por ovário súpero e ovário ínfero?

46. Quais os tipos de deiscência das anteras?

47. Que são polínios? Em que plantas se encontram?

48. Como se caracterizam as flôres polinizadas pelo vento?

49. Como se caracterizam as flôres polinizadas por insetos e pássaros?

50. Caracterize, de maneira abreviada, as seguintes inflorescências: cacho, espiga, umbela, espádice e capítulo.

6 — O FRUTO E A SEMENTE

O fruto resulta do desenvolvimento do ovário. Encerra uma ou mais sementes que provêm de óvulos fecundados. Geralmente o ovário só se transforma em fruto após polinização do gineceu. Conhecem-se casos, todavia, de formação de fruto sem que haja polinização (frutos partenocárpicos)[1].

Pode-se considerar a semente como parte integrante do fruto, que, então, seria constituído por duas partes fundamentais: o fruto pròpriamente dito, ou pericarpo, e a semente.

No caso do abacate (Fig. 168) o fruto origina-se de um ovário unicarpelar, unilocular. Na loja única encontra-se apenas uma semente. Já em tomate (Fig. 169), o caso é mais complexo: o ovário que origina tal fruto é bicarpelar, bilocular; nas duas lojas, muitas sementes são encontradas. Êsses dois exemplos são de frutos carnosos, isto é, com uma parte muito suculenta. A fig. 170 mostra uma vagem de ervilha, exemplo de fruto sêco. Enquanto que entre êstes muitos se abrem e libertam as sementes, de um modo geral os frutos carnosos só as libertam quando suas paredes se decompõem ou são comidas por animais. Se êles engolem também as sementes, podem eliminá-las depois, nas fezes.

Há alguns frutos em cujo interior germinam as sementes, como o do xuxu. É o caso também do côco da Bahia, representado na fig. 171. Êste exemplo, aliás, é curioso sob vários aspectos. De um modo geral três camadas podem ser distintas num fruto: o epicarpo, que o reveste externamente, o mesocarpo, que é a parte mais desenvolvida dos frutos carnosos, e o endocarpo, a camada que reveste a cavidade do fruto, sendo geralmente pouco desenvolvida e muitas vêzes de difícil separação. No côco da Bahia, a parte mais desenvolvida, o meso-

---

1 Admite-se hoje que os grãos de pólen trazem um hormônio que determina o desenvolvimento do ovário. Extratos de pólen aplicados convenientemente podem induzir o desenvolvimento do ovário. Certas substâncias sintéticas podem determinar o mesmo efeito. Em todos êstes casos, não tendo havido polinização, não há fecundação dos óvulos e, por conseguinte, não se desenvolvem sementes.

carpo, é constituída por um conjunto muito denso de fibras bastante resistentes. O endocarpo é excepcionalmente espêsso e duro, envolvendo a única semente dêsse fruto, a qual se constitui do embrião e de um tecido nutritivo muito extenso, formado pela parte comestível do côco, inclusive o líquido contido em seu interior.

A existência de dois grupos principais de frutos, os secos e os carnosos, já foi assinalada. Também já foi visto que, enquanto os primeiros se dividem em deiscentes e indeiscentes, os segundos são quase todos indeiscentes e de dois tipos: bagas e drupas. Baga é o fruto formado por um ou mais carpelos, contendo uma ou mais sementes, nìtidamente destacadas do fruto. A êste grupo pertence a maioria dos frutos, por exemplo: uva, tomate, abóbora, laranja, etc. Drupa é o fruto formado por um só carpelo e contendo em seu interior uma só semente; esta concresce com o endocarpo que é muito duro e forma, com a semente, o caroço. Exemplos de drupa: pêssego (Fig. 182), ameixa, azeitona, amêndoa, etc.

Os frutos secos deiscentes distribuem-se por vários grupos. Chama-se folículo quando constituído por um único carpelo, verificando-se a deiscência por uma única fenda longitudinal. Exemplo dêsse fruto é encontrado na esporinha. Se, constituído por um só carpelo, o fruto apresentar, no entanto, abertura por duas fendas longitudinais, receberá o nome de legume. É o fruto característico das Leguminosas. Exemplos: feijão e ervilha (Fig. 170). Quando dois ou mais carpelos formam o fruto sêco, êste toma o nome de cápsula, e pode abrir-se de quatro maneiras diversas. Na cápsula septicida, como é o caso do fruto da azálea, a abertura é feita pela linha de união dos carpelos. Loculicida chama-se a cápsula cuja abertura se faz por uma fenda longitudinal no meio de cada carpelo, como se vê de maneira esquemática na fig. 172 e é exemplificada pelo fruto de algodão. Se a abertura da cápsula se fizer por uma linha transversal, como as figs. 173 e 174 permitem ver, a cápsula tem o nome especial de pixídio e sua deiscência é pixidiária. O exemplo figurado, de uma Lecitidácea, é muito semelhante ao da castanha-do-pará, pertencente, aliás, à mesma família. Na fig. 173 aparece o corte longitudinal mediano do pixídio ainda fechado e contendo no interior as numerosas sementes. Quando

se dá a deiscência, verifica-se desintegração de tecidos, segundo uma linha circular transversal, que assim isola uma tampa, do resto do pixídio. Ela já estava prèformada no pixídio ainda fechado, prolongando-se para o interior do fruto, por um eixo mais ou menos desenvolvido. Quando se dá a deiscência, a tampa e o referido eixo caem, permitindo a saída das sementes. A fig. 174 mostra o aspecto externo de um dêsses pixídios, sem a tampa. Finalmente, a cápsula pode se abrir por uma série

P R A N C H A   X V I

Figura 168 — Fruto de abacate cortado longitudinal-medianamente: *ep* — epicarpo; *m* — mesocarpo; *en* — endocarpo; *s* — semente. Original.

Figura 169 — Fruto de tomate cortado transversalmente: *ep* — epicarpo; *m* — mesocarpo; *en* — endocarpo. Êste fruto é formado por 2 carpelos que delimitam 2 lojas, onde se encontram numerosas sementes — *s*. Original.

Figura 170 — Fruto sêco, deiscente (do tipo chamado legume) de ervilha. *p* — pericarpo ou fruto pròpriamente dito; *s* — semente. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 171 — Fruto de côco da Bahia cortado longitudinal-medianamente: *ep* — epicarpo; *m* — mesocarpo fibroso, *en* — endocarpo muito duro; *em* — o único embrião; *end* — endosperma. Seg. Pilger, modif.

Figura 172 — Esquema de uma cápsula de deiscência loculicida, em corte transversal. Original.

Figura 173 — Corte longitudinal mediano do pixídio de uma Lecitidácea: *l* — linha transversal onde se dá a desintegração de tecidos que determina a separação da tampa — *t*, ligada a um pedúnculo — *p; s* — as numerosas sementes. Seg. Wettstein, modif.

Figura 174 — Vista externa total do pixídio de uma Lecitidácea, sem a tampa. Original.

Figura 175 — Cápsula poricida de uma papoula: *p* — os poros por onde sairão as sementes. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 176 — Síliqua de uma Crucífera. Nesta cápsula bicarpelar, a abertura ocorre com isolamento de 2 valvas — *v;* entre elas persiste um septo mediano — *sp*, sôbre o qual se inserem várias sementes — *s*. Seg. Baillon, modif.

Figura 177 — Pseudofruto de caju. O fruto verdadeiro é a castanha — *ca*, com o embrião — *em*, no interior. O pedúnculo floral — *pd*, avoluma-se demasiadamente, tornando-se suculento. Seg. Baillon, modif.

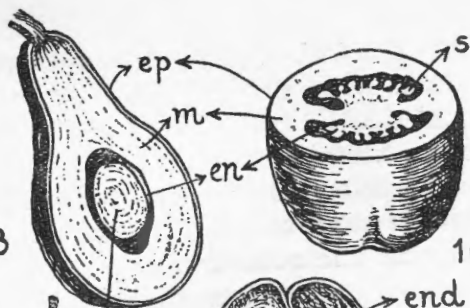
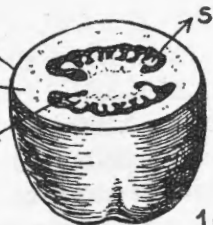
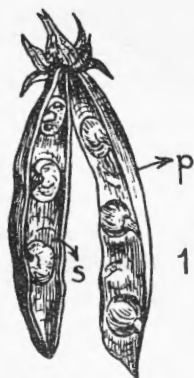
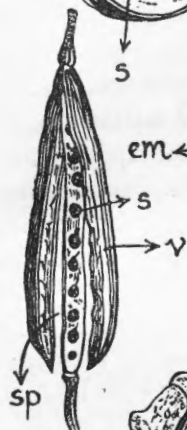
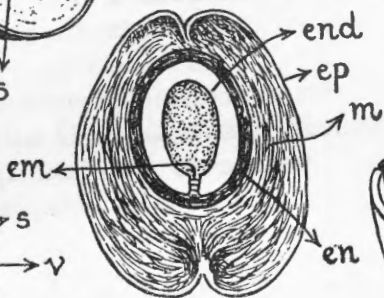
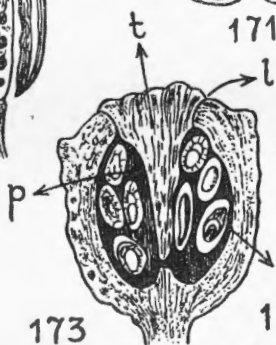
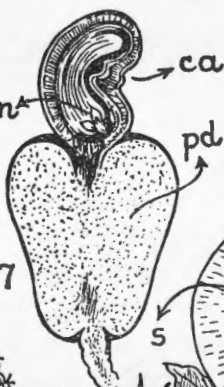
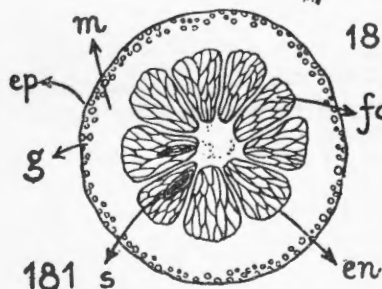
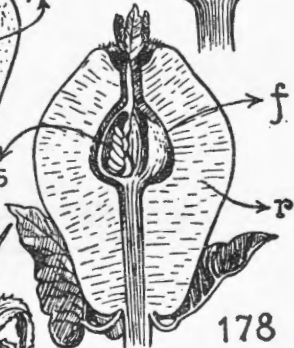
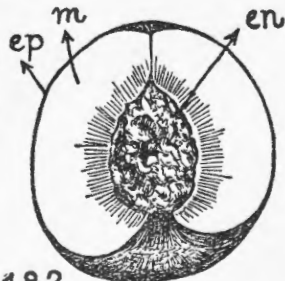
Figura 178 — Pseudofruto de marmelo. O verdadeiro fruto — *f*, encerrando numerosas sementes — *s*, fica no interior do receptáculo floral — *r*, suculento. Seg. Baillon, modif.

Figura 179 — Pseudofruto de amora. Cada parte — *f*, provém de uma flor cuja corola se torna suculenta. Original.

Figura 180 — Pseudofruto de abacaxi, originado de numerosas flôres concrescidas com o eixo da inflorescência. Original.

Figura 181 — Corte transversal de uma laranja: *ep* — epicarpo, no qual se encontram numerosas glândulas — *g*, que fabricam óleos, contendo essências: *m* — mesocarpo; o endocarpo — *en*, forma tecidos que separam os diversos gomos; os favos — *fa*, são pêlos do endocarpo; *s* — semente. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 182 — Fruto de pêssego, uma drupa: *ep* — epicarpo; *m* — mesocarpo; *en* — endocarpo concrescido com a única semente. Seg. Warming-Potter, modif.

168
ep
m
en
s
169
s
170
p
s
171
end
ep
m
em
en
172
175
p
176
s
v
sp
173
t
l
p
s
177
ca
em
pd
178
f
s
r
174
179
f
180
181
m
ep
g
fa
s
en
182
ep
m
en

de poros situados em sua parte apical, e, nesse caso, a deiscência toma o nome de poricida. Disso encontra-se exemplo na papoula (Fig. 175). Mais um tipo de fruto sêco deiscente é a síliqua, que caracteriza as Crucíferas, como a couve e a mostarda. É formada por dois carpelos. Sua abertura se faz por quatro fendas longitudinais. Separam-se duas valvas, uma de cada lado de um septo mediano que persiste no fruto. A êsse tipo de deiscência dá-se o nome de septífraga e a fig. 176 mostra justamente êsse caso.

Considerando-se agora os frutos secos indeiscentes, verifica-se que entre êles ocorrem também diversos tipos. O aquênio possui uma só semente, ligada à parede do fruto em apenas um ponto. Êste tipo de fruto se encontra entre as Compostas, como por exemplo o girassol. A cariopse contém, do mesmo modo, uma só semente; ela, porém, está ligada em tôda a sua extensão à parede do fruto com a qual concresce, muitas vêzes, intimamente, de modo a ser quase impossível sua separação, como ocorre, por exemplo, no milho. Êste tipo de frutos, é, aliás, característico das Gramíneas. O último caso a ser citado é o da sâmara, fruto de uma semente em geral, e de paredes expandidas, aliformes. Tais sâmaras ocorrem em diversas plantas das famílias das Sapindáceas, das Malpiguiáceas e das Leguminosas, entre outras.

Deve-se, agora, fazer menção a certas formações, freqüentemente, mas de modo incorreto, consideradas frutos: os pseudofrutos. Podem provir de diversas partes de uma ou mais flôres. É o caso do caju, representado na fig. 177: o verdadeiro fruto é representado pela "castanha do caju"; a parte suculenta, mais desenvolvida, é formada pelo pedúnculo da flor. No marmelo (Fig. 178), o verdadeiro fruto, proveniente do ovário, fica no interior da massa comestível e encerra as sementes. A polpa suculenta é constituída pelo receptáculo floral, que, nas Rosáceas, freqüentemente se dobra encerrando no interior o gineceu. Muitas vêzes, como no morango, encontram-se diversos ovários disseminados por uma polpa suculenta. Fala-se então em pseudofruto composto, por conter diversos ovários provenientes de uma só flor. Finalmente, os pseudofrutos múltiplos são aquêles constituídos por diversas partes de várias flôres. Na amora, por exemplo (Fig. 179), é a inflorescência feminina que

se transforma no pseudofruto que é, por conseguinte, uma infrutescência. Suas numerosas partes provêm de flôres cujas corolas adquirem muitas substâncias de reserva, principalmente açúcar e certos ácidos orgânicos, tornando-se espêssas. O abacaxi (Fig. 180) resulta, igualmente, de numerosas flôres inseridas sôbre um eixo comum. Todo o conjunto se desenvolve, nesse caso, para formar o pseudofruto. O figo (Fig. 165) é, igualmente, uma infrutescência. O eixo da inflorescência que lhe dá origem, largo e espêsso, está dobrado de modo a formar um receptáculo em cujo interior se dispõem as numerosas flôres. É a própria parede do receptáculo que constitui a parte mais desenvolvida dêsse pseudofruto[2].

Embora a laranja se enquadre perfeitamente entre os verdadeiros frutos, exige uma explicação especial. A fig. 181 mostra um corte transversal dêsse fruto, que é uma baga. A casca externa, clorofilada ao menos no início do desenvolvimento do fruto, representa o epicarpo. A massa branca, pouco suculenta, colocada entre a casca e a região dos gomos, constitui o mesocarpo. O endocarpo reveste as várias lojas ou gomos. Dêle partem os favos, pêlos ricos em uma solução açucarada, contendo, igualmente, uma quantidade variável de ácidos orgânicos. Neste exemplo, um fato não muito freqüente se observa: a parte suculenta do fruto é representada pelo endocarpo. Oposto é o exemplo já citado, do pêssego (Fig. 182), cujo endocarpo, muito duro, concresce com a semente única, formando o caroço.

Antes do estudo detalhado da semente, convém recapitular, com um quadro sinóptico, o que foi visto a respeito do fruto.

I — FRUTO: proveniente de 1 só ovário.

A. Carnosos: pericarpo suculento.

1) Baga: 1 ou mais carpelos, 1 ou mais sementes livres (uva, tomate, abóbora, laranja).

2) Drupa: 1 só carpelo, 1 só semente concrescida com o endocarpo (pêssego, ameixa, azeitona, amêndoa).

B. Secos; pericarpo sêco.

---

2 A jaca e a "fruta-pão", pertencentes à mesma família que o figo (Moráceas), são, essencialmente, do mesmo tipo: infrutescências. Nelas, porém, os ovários de numerosas flôres, concrescidos entre si e com o eixo da inflorescência também dilatado, encontram-se à superfície do mesmo, e não, como no figo, no seu interior.

1) Deiscentes: abrem-se quando maduros.

a) Folículo: 1 carpelo, abertura por 1 fenda longitudinal (esporinha).

b) Legume: 1 carpelo, abertura por 2 fendas longitudinais (Leguminosas, como feijão, ervilha).

c) Cápsula: 2 ou mais carpelos, diferentes modos de deiscência.

x) septicida: abertura pela linha de união dos carpelos (azálea).

y) loculicida: abertura pelo meio de cada carpelo (algodão).

z) pixidiária: abertura por uma linha transversal (castanha do Pará, sapucaia).

w) poricida: abertura por poros (papoula).

d) Síliqua: 2 carpelos, abertura deixando persistente um septo mediano (deiscência septífraga; Crucíferas em geral, como couve e mostarda).

2) Indeiscentes: não se abrem quando maduros.

a) Aquênio: 1 semente, ligada à parede do fruto por 1 ponto (várias Compostas, como o girassol).

b) Cariopse: 1 semente, ligada à parede do fruto em tôda a extensão (Gramíneas em geral, como trigo, milho e arroz).

c) Sâmara: 1 semente, em geral; parede do ovário com expansões aliformes (várias Sapindáceas, Malpiguiáceas, Leguminosas).

II — PSEUDOFRUTO: proveniente de diferentes partes, de 1 ou de várias flôres.

A. Simples: não provêm de ovários, mas de outras partes de 1 só flor (caju, marmelo, maçã).

B. Compostos: provenientes de diversos ovários de 1 só flor (morango).

C. Múltiplos: provenientes de diversas partes de diversas flôres (amora, abacaxi, figo).

Findo êsse breve apanhado sôbre o pericarpo, ou fruto pròpriamente dito, torna-se oportuno o estudo das sementes. Tôdas as plantas que as produzem são Fanerógamas, isto é, formam flôres. Distribuem-se por dois grupos: Angiospermas e Ginospermas. O primeiro encerra as sementes nos frutos, ao passo que o segundo produz sementes nuas, nas bases de fôlhas car-

pelares abertas. São fôlhas carpelares que, nas Angiospermas, se enrolam e soldam seus bordos, formando o ovário que originará o fruto.

A fig. 183 mostra um pinhão, semente produzida pelo pinheiro do Paraná, uma Ginosperma. As sementes das Angiospermas são de diversos tipos que serão logo analisados.

Tôdas as sementes são constituídas por duas partes fundamentais: casca ou tegumento e amêndoa. Nesta se encontra o embrião que se transformará na futura planta. O embrião pode ser revestido por um tecido nutritivo, mais ou menos extenso, o endosperma ou albúmen. As figs. 184, 185 e 186 são de sementes de mamona. Na primeira a semente é vista pela superfície. Nota-se que a casca, neste caso muito lisa, apresenta uma série de desenhos bem distintos. Em outras sementes, a casca forma saliências e reentrâncias, pêlos, etc. Tôdas essas formações, do mesmo modo que mucilagens, ricas em açúcar, que podem formar espêssa camada envolvendo a semente, como no caso do ingá, têm sua origem nas camadas mais externas da casca. Esta é constituída por duas membranas especiais, a testa e o tégmen. A primeira, mais externa, pode ser muito espêssa e resistente. A segunda envolve a amêndoa qual uma película muito fina, por vêzes difìcilmente destacável da amêndoa ou da testa. A fig. 185 mostra a mesma semente em corte longitudinal. Vê-se no interior um embrião munido de uma fôlha que enche quase tôda a semente. É um dos cotilédones, atrás do qual o outro se oculta. Na fig. 186, a mesma semente é apresentada, ainda em corte longitudinal, feito, porém, segundo um plano a 90º do primeiro caso. Pode-se ver agora, que o embrião é, realmente, munido de dois cotilédones. Êles, que na fig. 185 se apresentavam enchendo quase tôda a semente, aparecem aqui, no entanto, como duas lâminas muito delgadas, vindas do embrião e limitadas à região mediana da semente. Em resumo, a exata organização dessa semente é a seguinte: o embrião é munido de dois cotilédones, muito largos, porém, pouco espessos; não podem, portanto, conter muitas substâncias nutritivas em reserva, que realmente se faz no albúmen ou endosperma, ao redor do embrião. O exemplo descrito é típico de sementes com albúmen. O feijão é, ao contrário, uma semente sem albúmen. A fig. 187 mostra o seu aspecto exterior.

É reniforme e deixa ver, em determinado ponto, pequena cicatriz que se formou ao destacar-se de seu pedúnculo. Essa cicatriz é o hilo, ponto de ligação do óvulo (do qual surgiu a semente) ao funículo (pedúnculo do óvulo). Na semente de feijão, logo abaixo do hilo, pode-se perceber ainda a ôlho nu, embora com certo esfôrço, a existência de um pequeno poro, a micrópila. É proveniente da micrópila do óvulo, orifício existente entre seus integumentos e por onde, normalmente, penetra o tubo polínico transportando o elemento masculino que o fecunda. Uma cicatriz alongada, a rafe, acima do hilo e em oposição à micrópila, representa a zona de contato que existia entre o óvulo e seu funículo curvo. A fig. 188 mostra o grão de feijão aberto ao meio. Além do embrião, munido já de duas fôlhazinhas muito novas, vê-se extensa massa de tecidos, uniforme, clara, circundando-o inteiramente. A fig. 189, que é um corte da mesma semente, mostra o embrião secionado transversalmente e permite compreender que a referida massa, distribuída por duas porções iguais, prêsas a dois flancos do embrião, tomando quase tôda a semente, representa os dois cotilédones. Êste é um exemplo típico de semente sem albúmen, na qual as reservas ficam nos cotilédones.

Os casos estudados, de feijão e de mamona, são de plantas Dicotiledôneas. A fig. 190 é de uma semente de trigo, em corte longitudinal. Na verdade, tôda a cariopse está aí representada. Pode-se distinguir o pericarpo, intimamente ligado à única semente. Ela, por sua vez, exibe o embrião com um cotilédone único, pouco desenvolvido, chamado escutelo; as reservas estão no endosperma ou albúmen.

Qualquer destas sementes, encontrando-se em meio favorável, úmido, absorve água e germina. A primeira fase da germinação é caracterizada por um grande aumento de volume da semente, devido à intensa entrada de água por processos puramente físicos, com os quais não interfere a vitalidade da semente: embebição. A casca não acompanha todo o aumento do volume interno. Por isso, rompe-se, e, logo depois, o embrião, que começa a crescer no interior da semente, aparece no exterior. A primeira parte a sair é a radícula; por ter geotropismo positivo, penetra verticalmente no solo, onde se ramifica transformando-se no sistema radicular. Do lado oposto à

radícula, outro eixo se desenvolve, o caulículo. Dotado de geotropismo negativo, caminha em direção à superfície do solo, de onde sai e se transforma no caule com seus ramos e fôlhas.

A fig. 191 mostra uma semente de pinhão, alguns dias após germinar. É possível reconhecer, já nessa fase, as três partes fundamentais da planta: raiz, caule e fôlha. Vê-se, ainda, nìtidamente, a conexão íntima entre a plantinha e a semente, através de dois cotilédones. Nem tôdas as Ginospermas, entretanto, têm apenas dois cotilédones. Na fig. 192, por exemplo, pode-se ver a semente germinada de um pinheiro verdadeiro *(Pinus)* com inúmeros cotilédones.

A semente de feijão, ao germinar, dá origem a uma plantinha como a representada na fig. 193, que dispensa qualquer explicação.

Nas Monocotiledôneas a germinação da semente segue um de dois esquemas fundamentais. No primeiro, característico das Gramíneas (Fig. 194), o cotilédone mantém-se no interior da semente. No segundo, o cotilédone sai para o exterior. Sua conexão com a plantinha em desenvolvimento é vista de maneira bem clara na fig. 195, de uma semente em germinação, de uma palmeira.

Um caso atípico merece especial atenção: o de *Rhizophora mangle,* planta freqüente em manguezais do Brasil. Nessa planta, os dois cotilédones soldam-se numa peça única, em forma de um cilindro ôco, ìntimamente ligado ao resto da semente, cuja germinação se dá dentro do fruto enquanto ainda prêso à planta. O embrião que cresce em seu interior, acaba rompendo os tecidos da semente e do fruto, e surge no exterior. Num dado instante separa-se a plantinha de seus cotilédones que se mantêm presos à semente. Por seu próprio pêso cai a plantinha e se enterra no solo pouco resistente do mangue. É constituída por um eixo clorofilado que contém, à superfície, numerosas lenticelas e termina, na parte basal, por uma ponta aguda que lhe facilita penetrar no solo. No lado oposto transporta algumas fôlhazinhas, ainda enroladas ao redor do botão vegetativo terminal.

Em todos os exemplos mencionados só foi considerado o caso normal, do desenvolvimento de um só embrião em cada semente. Em diversas plantas, porém, pode haver crescimento de

P R A N C H A X V I I

Figura 183 — Semente de pinhão. Original.

Figura 184 — Semente de mamona. Observam-se os desenhos que decoram a testa, envólucro externo da semente. Vê-se também a carúncula — *c*, uma excrescência da testa, situada próxima à micrópila. Esta formação se encontra em diversas outras Euforbiáceas. Original.

Figura 185 — Corte longitudinal de semente de mamona; *e* — camada externa da casca; *al* — albúmen ou endosperma; *em* — embrião; *co* — cotilédone; *c* — carúncula. Original.

Figura 186 — Corte longitudinal de semente de mamona, feito a 90º do plano da maior dimensão. As indicações são as mesmas da figura anterior. Original.

Figura 187 — Vista superficial total de uma semente de feijão: *m* — micrópila; *h* — hilo, *r* — rafe. Original.

Figura 188 — Semente de feijão aberta ao meio: *em* — embrião com dois primórdios de fôlhas — *pf; co* — cotilédone; *e* — camada externa da casca (testa). Original.

Figura 189 — Corte longitudinal feito a 90º do plano da maior dimensão de uma semente de feijão. Nota-se que o embrião — *em* se liga aos dois cotilédones — *co*, que ocupam todo o espaço da semente. Original.

Figura 190 — Corte longitudinal de uma cariopse de trigo: *p* — pericarpo ou fruto; *al* — albúmen; *es* — escutelo, cotilédone único, reduzido; *em* — embrião. Seg. Luerssen, modif.

Figura 191 — Semente — *s*, de pinhão, germinada: a plantinha mostra um sistema radicular — *sr* e um caule — *ca* com numerosas fôlhas; 2 cotilédones — *co*, ligam-na à semente. Original.

Figura 192 — Semente — *s*, de *Pinus pinea*, germinada: a plantinha mostra uma raiz — *r*, que inicia sua ramificação; na parte oposta, numerosos cotilédones — *co*. Seg. Sachs, modif.

Figura 193 — Plantinha recém-germinada de feijão. A radícula — *rd*, começa a se ramificar. O caulículo — *cl*, inicia sua saída, entre os cotilédones — *co*. Duas folhinhas — *f* principiam seu desenvolvimento. Original.

Figura 194 — Semente de trigo, germinada: *al* — albúmen; *es* — escutelo; *r* — raiz primária; *col* — coleoptile; *f* — outras fôlhas que se desenvolvem a partir do botão vegetativo — *bv*. Seg. Sachs, modif.

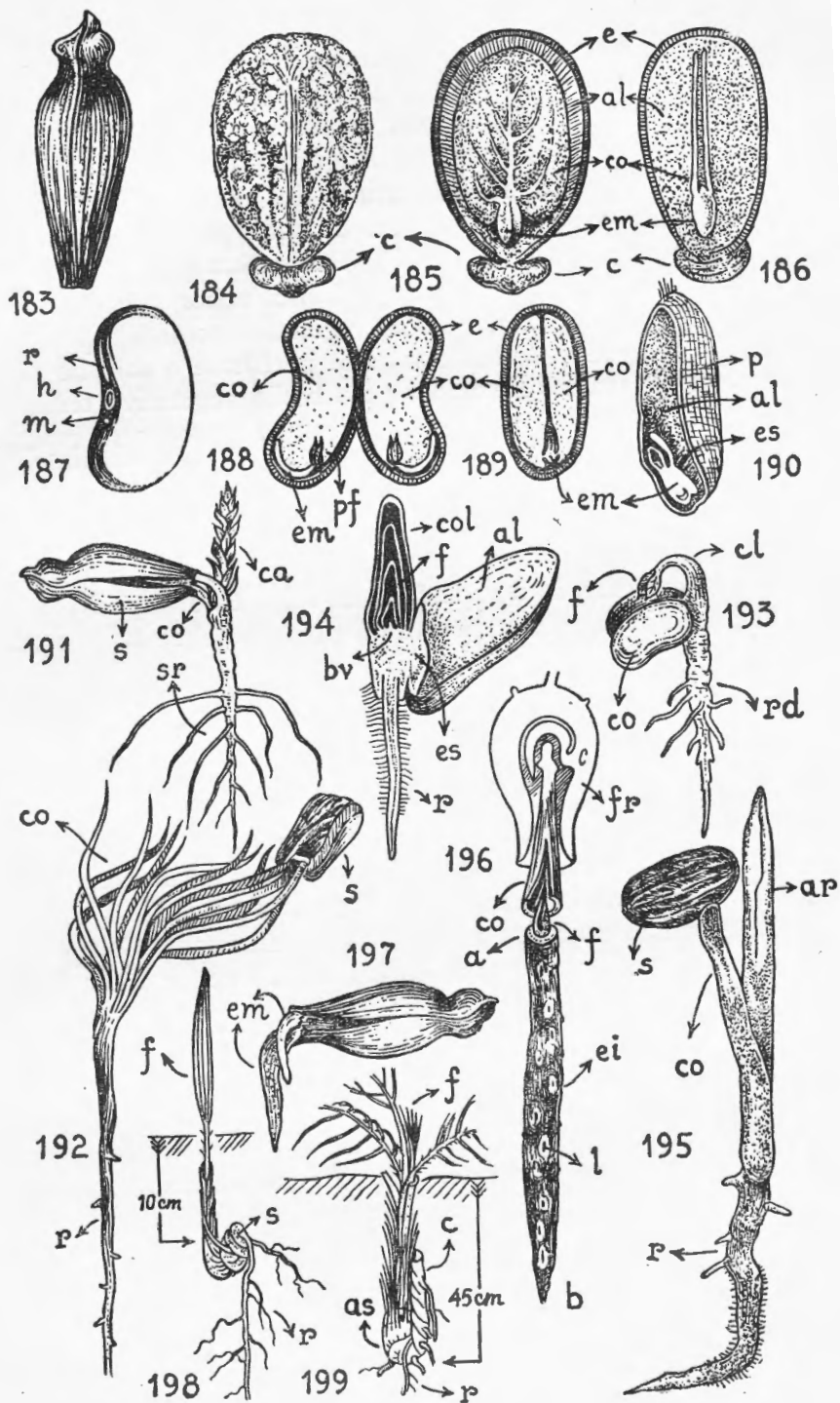
Figura 195 — Semente — *s*, germinada, de uma palmeira *(Phoenix jubae)*: *r* — raiz; *ar* — broto aéreo; *co* — cotilédone. Seg. Wettstein, modif.

Figura 196 — Germinação da semente de *Rhizophora mangle*. A figura mostra o fruto — *fr*, em corte longitudinal. A semente germina em seu interior, quando ainda está prêso à planta. Os dois cotilédones — *co*, estão fundidos numa peça única e se mantêm presos à semente, quando o embrião, desenvolvido em plantinha, se destaca e cai no solo pantanoso do mangue. Essa plantinha consta de um eixo clorofilado — *ei*, com muitas lenticelas — *l*; a parte basal — *b*, do referido eixo, formará raízes; as folhinhas — *f*, vistas na parte apical — *a*, envolvem o botão vegetativo que formará o caule, ramos e fôlhas. Seg. Kerner, modif.

Figura 197 — Semente germinada de pinhão exemplificando a poliembrionia; *em* — dois embriões iniciando seu desenvolvimento. Original.

Figura 198 — Plantinha de uma palmeira *(Acanthococos)* comum em certos cerrados paulistas; *s* — semente; *r* — raízes; *f* — fôlha. Seg. Rawitscher e Rachid, modif.

Figura 199 — Planta mais velha da referida palmeira *(Acanthococos)*. Nota-se o curso descendente do eixo caulinar — *c*, que finalmente assume trajeto ascendente — *as; r* — raízes; *f* — fôlhas. Seg. Rawitscher e Rachid, modif.

183
184
185
186
e
al
co
em
c
c
187
r
h
m
188
co
co
co
e
em
pf
189
em
190
p
al
es
191
s
co
ca
sr
194
col
f
al
bv
es
r
193
cl
f
co
rd
196
c
fr
co
a
f
ei
l
b
co
s
192
p
197
em
f
f
198
10 cm
s
r
199
c
as
45 cm
p
195
ar
s
co
r

mais de um embrião em uma semente. A fig. 197 mostra dois embriões surgindo de uma só semente de pinhão. Êste fenômeno, chamado poliembrionia, ocorre não só entre as Ginospermas, mas também entre as Angiospermas.

Para terminar êste rápido estudo dos tipos de germinação, seja analizado o interessante caso de uma palmeira (*Acanthococos*) comum nos cerrados de São Paulo. Sua semente germina a uns 10 cm da superfície e logo forma raízes que penetram no solo. No lado oposto, o botão vegetativo começa a produzir fôlhas ao seu redor, fôlhas essas que perfuram o solo de onde emergem. Os tecidos formados pelo botão vegetativo terminal constituem um eixo, que pouco a pouco cresce e se espessa; mas, ao contrário do que é normal nos caules, tem geotropismo positivo e, por conseguinte, penetra no solo. Sòmente quando se encontra a uns 45 cm da superfície inverte-se o seu geotropismo (não se sabe por que mecanismo), e o crescimento, agora, prossegue em direção à superfície do solo. Êste dispositivo extremamente interessante, permite à planta estabelecer-se numa camada de solo mais profunda, menos sujeita à evaporação superficial, e por isso, mais úmida. As figs. 198 e 199 mostram dois estágios sucessivos do desenvolvimento que acaba de ser descrito.

O problema a ser agora estudado é o da disseminação dos frutos e sementes. Se uma planta se acha bem adaptada a um determinado ambiente, poder-se-ia supor haver vantagem, para a sobrevivência da espécie, que as sementes produzidas por ela fôssem espalhadas ao seu redor e aí germinassem. Compreende-se, no entanto, sem grande dificuldade, que, se assim fôsse, numerosos indivíduos da mesma espécie e, por conseguinte, com as mesmas exigências, entrariam em forte competição, o que determinaria o desaparecimento de um grande número dêles. Isto seria; evidentemente, desvantajoso para a sobrevivência da espécie. Mais conveniente é a dispersão de sementes por vastas áreas, porque, além de diminuir a competição entre os indivíduos da mesma espécie, lhes permite povoar novas áreas.

Muitas vêzes as sementes são disseminadas após se libertarem dos frutos que as produzem. Em outros casos, e isto ocorre especialmente em frutos indeiscentes, os próprios frutos, e, com

êles, as sementes, são disseminados. Os agentes que se encarregam da distribuição de frutos e sementes são, principalmente, vento, animais e água. Facilitam o transporte por êsses meios, diversos mecanismos.

A fig. 200 mostra sementes de *Taxus baccata,* uma Ginosperma. Não se encontram no interior de um fruto. Produzem, partindo da base, expansões que as envolvem quase completamente, denominadas arilo. Êste, quando a semente está madura, é vermelho e atrai pássaros. Arilo extremamente desenvolvido, ultrapassando mesmo a semente depois de a envolver por completo, encontra-se em maracujá (Fig. 201). Contém substâncias nutritivas que muitos pássaros e outros animais, como o próprio homem, procuram. Muito interessante é o caso da noz-moscada, cuja semente é envôlta por um arilo amplo e ramificado, possuindo substâncias odoríferas que atraem animais. A fig. 202 é dessa semente. Seu corte transversal está representado na fig. 203. Nêle, além dos diversos ramos secionados do arilo, verifica-se, na parte interna da semente, a existência de tecidos de dois tipos: o mais claro é interpenetrado por diversas lâminas de tecido mais escuro. O primeiro é o endosperma; o segundo é formado por camadas mais externas da semente. Tem-se aí um exemplo muito claro do que se entende por endosperma ruminado.

Além de pássaros, outros animais funcionam como veículo de sementes e frutos. O picão (Fig. 204) é um frutinho munido de dois pequenos apêndices que formam, em tôda a extensão, numerosos espinhos. Êstes revestem também o resto do fruto e permitem sua fixação à superfície do corpo de qualquer animal. Também os carrapichos aderem por espinhos, ou por pequenos pêlos secretores de substâncias pegajosas, ao corpo dos animais. O gado, ao pastar, transporta de um lugar para outro, muitos dêsses, comumente chamados "carrapichos beiço-de-boi" (Fig. 205). Outros carrapichos, com morfologia um pouco diversa, porém, com o mesmo mecanismo de transporte, são representados nas figs. 206 e 207[3].

Transporte pelo vento é muito comum, tanto de sementes, como de frutos. Adaptações especiais possibilitam êsse meio de

---

3 Seja mencionado, a título de curiosidade, que na disseminação da oiticica, muito freqüente no Ceará, papel importante deve ser desempenhado por certos morcegos frugívoros.

disseminação. Às vezes as sementes apresentam expansões aliformes, como no caso da fig. 208, da semente de uma Bignoniácea. Exemplos: flor-de-são-joão, ipê, etc. As sâmaras de certas Leguminosas, Malpiguiáceas, Sapindáceas e de outras famílias são frutos alados. Sirva de exemplo a de *Banisteria*, da fig. 209.

PRANCHA XVIII

Figura 200 — Semente — *s*, de *Taxus baccata*. Nota-se o arilo — *ar*, que envolve quase toda a semente. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 201 — Semente — *s*, de maracujá, envolvida por arilo — *ar*, tão desenvolvido que a ultrapassa. Seg. Wettstein, modif.

Figura 202 — Semente — *s*, de noz-moscada, envolta por arilo — *ar* muito ramificado. Seg. Warburg, modif.

Figura 203 — Corte transversal da semente de noz-moscada: *ar* — arilo; *en* — endosperma; *c* — tecido exterior ao endosperma, o qual invade. É um exemplo típico de semente com endosperma ruminado. Seg. Wettstein, modif.

Figura 204 — Fruto (apuênio) de picão. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 205 — Fruto de uma Leguminosa, *Desmodium sp.*, conhecido como "carrapicho-beiço-de-boi". Seg. Wettstein, modif.

Figura 206 — Fruto de uma Composta *(Xanthium sp.)* que também é um carrapicho. Seg. Wettstein; modif.

Figura 207 — Parte (mericarpo) do fruto total (esquizocarpo) de *Pavonia spinifex* (Malvácea), formando um carrapicho. Seg. Schumann, modif.

Figura 208 — Semente alada de uma Bignoniácea: *s* — semente, *al* — expansões aliformes. Original.

Figura 209 — Sâmara de *Banisteria levifolia*. Seg. Wettstein, modif.

Figura 210 — Corte de uma semente de algodão, vendo-se no centro o embrião — *em*, e por fora os pêlos — *p*, que a revestem. Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 211 — Fruto de uma Composta, "dente-de-leão" *(Taraxacum)*, cujo transporte se faz por vento. Original.

Figura 212 — A, flor isolada do capítulo de uma Composta, *Lactuca virosa* (alface brava); B a flor após a fecundação, caiu, restando apenas o fruto — *fr*, e o *pappus* — *pa*. Em C, o fruto desprendeu-se do *pappus* e caiu. A — seg. Wettstein, modif., B e C — originais.

Figura 213 — Fruto de um trevo *(Oxalis acetosella)*, cuja abertura é explosiva, o que permite atirar as sementes a certa distância; *pd* — paredes do fruto; *s*, — sementes. Seg. Baillon, modif.

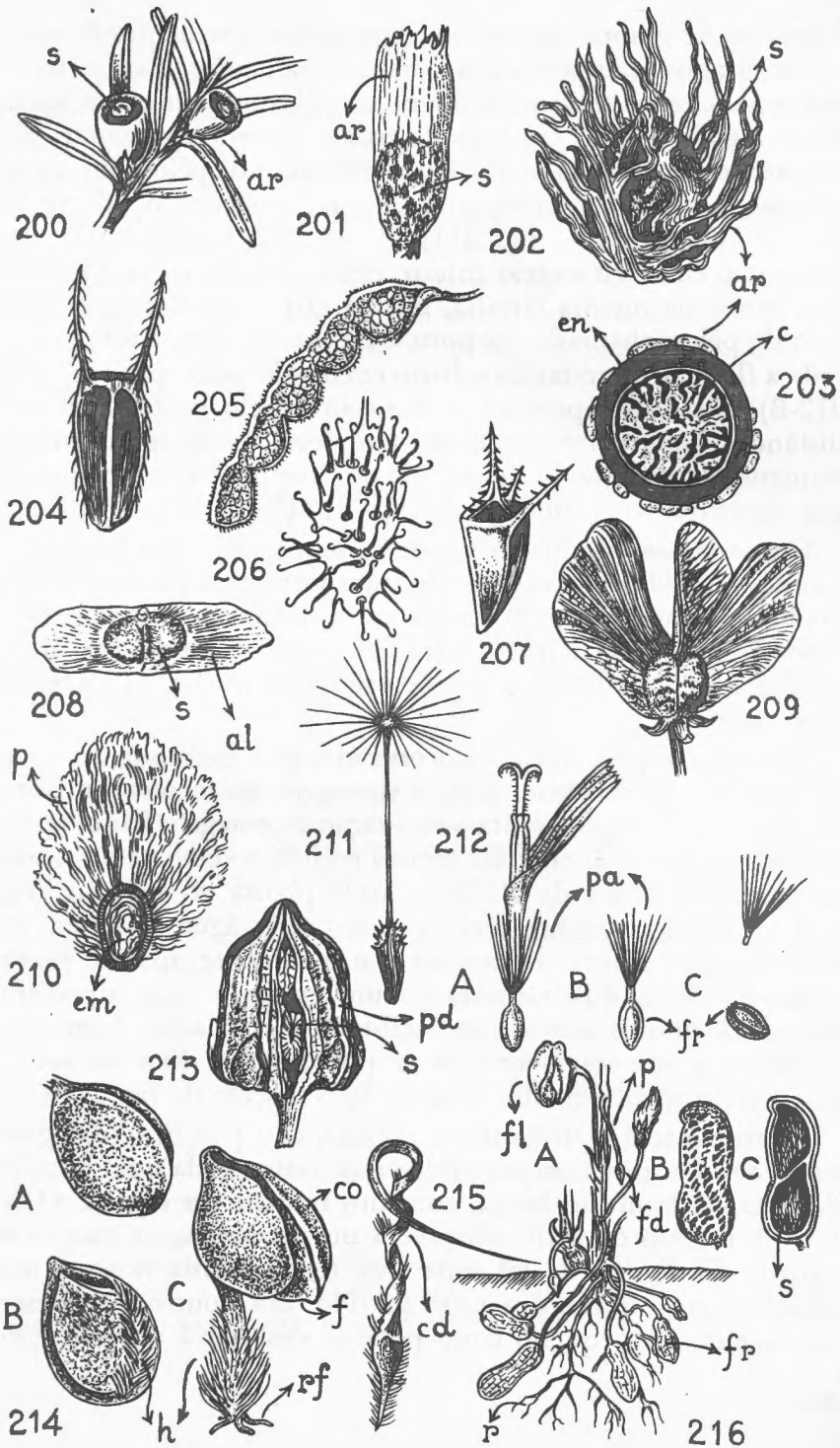
Figura 214 — A, fruto de *Avicenia;* B, semente fora do fruto; C, a mesma, no início do desenvolvimento; *h* — hipocótilo[6] revestido por muitos pêlos; *rf* — ramificações do hipocótilo; *co* — cotilédones; *f* — primeiras folhas em desenvolvimento. Seg. Wettstein, modif.

Figura 215 — Fruto parcial de *Erodium gruinum*. Nota-se a grande cerda — *cd*, enrolada em espiral. Seg. Wettstein, modif.

Figura 216 — A, planta de amendoim; *r* — raízes; *fr* — frutos em desenvolvimento, subterraneamente; *fl* — flor; *fd* — fruto no início do desenvolvimento, quando está sendo dirigido para o solo pelo crescimento do pedúnculo floral — *p;* B, vagem fechada de amendoim; C, vagem aberta mostrando duas sementes — *s*. Original.

---

6 Hipocótilo é a parte do caule do embrião, subjacente aos cotilédones.

s
ar
200
ar
s
201
s
202
ar
en
c
203
204
205
206
207
208
s
al
209
p
210
em
211
212
pa
A
B
C
fr
213
pd
s
A
co
215
B
C
f
214
h
rf
cd
fl
A
p
B
C
fd
s
fr
r
216

Munidos de grande superfície, êsses frutos e sementes flutuam no ar, que os transporta nos seus deslocamentos. Para o transporte pelo vento servem, também, os pêlos que sementes, como as do algodão (Fig. 210) e as da paina, podem apresentar. São freqüentes, do mesmo modo, frutos munidos de pêlos, por exemplo, na família das Compostas, à qual pertence o "dente-de-leão" (*Taraxacum* — Fig. 211). A fig. 212-A exibe uma flor completa, com seu ovário ínfero, tirada de um capítulo de alface brava da mesma família, com o cálice transformado num tufo de pêlos, chamado "pappus". Depois da fecundação, tôda a flor cai, só restando o fruto encimado pelo "pappus" (Fig. 212-B). Êle é que permite o transporte pelo vento, a grande distância. Uma corrente de ar, mais forte, pode agitar enèrgicamente o fruto que se desprende do "pappus" e cai, enquanto que êste continua flutuando no ar (Fig. 212-C).

Certos frutos produzem sementes sem qualquer adaptação a um dos referidos mecanismos de transporte, mas podem abrir-se explosivamente, atirando fora, a certa distância, suas sementes. Dêsse processo participam variações de turgescência das diversas camadas do fruto. É o que ocorre no trêvo (Fig. 213, *Oxalis*), na mamona e no beijo.

Transporte pela água é encontrado, por exemplo, no côco da Bahia. Compreende-se, pois, a vantagem do mesocarpo fibroso, que a um tempo facilita a flutuação e protege o fruto, amortecendo os possíveis choques contra rochas, ao embate das ondas do mar. Os frutos de *Avicenia,* uma planta do mangue (Fig. 214-A), são igualmente transportados pela água. Comumente se rompem durante o transporte e a semente aparece agora, como na fig. 214-B, munida de um embrião cujo hipocótilo apresenta muitos pêlos que facilitam a flutuação. Logo que encontre condições favoráveis, a plantinha se fixa no solo e inicia o desenvolvimento, assumindo o aspecto da fig. 214-C.

Interessante é o mecanismo apresentado por *Erodium gruinum.* Seu fruto se rompe em diversas partes, cada qual munida de uma cerda muito longa, com um refôrço em espiral. O refôrço e o resto da cerda absorvem ou perdem água com velocidades diferentes, de tal sorte que tôda a cerda executa movimentos em espiral, ora num sentido, ora noutro. Com êsses movimentos, o pequeno fruto pode se deslocar à superfície do

solo, e nêle penetrar, se não fôr muito duro. A fig. 215 ilustra o que acaba de ser descrito.

Menção especial merece o caso do amendoim. Depois de fecundadas as flôres, seus pedúnculos começam a crescer e, manifestando geotropismo positivo, dirigem os frutos em formação, para o solo onde os enterram. No interior do solo, as numerosas vagens dessa Leguminosa completam sua maturação. A planta, concluído o ciclo do seu desenvolvimento, morre, mas deixa enterradas numerosas sementes dentro dos frutos, cuja casca se decompõe, finalmente, permitindo a germinação, e, com isso, o desenvolvimento de novas plantinhas. É o que ilustra a fig. 216.

SUMÁRIO

1. Fruto é o ovário desenvolvido e amadurecido. Êsse desenvolvimento se dá, em geral, após fecundação. Frutos partenocárpicos são os que se originam, excepcionalmente, sem fecundação.

2. O fruto consta do pericarpo (fruto pròpriamente dito) e da semente.

3. O pericarpo é formado por 3 camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo. A primeira reveste o fruto por fora; a segunda é, em geral, suculenta, nos frutos carnosos; a terceira reveste as cavidades (lojas) do fruto. No côco da Bahia, caso excepcional, o mesocarpo é fibroso, e o endocarpo muito duro reveste a semente, que é a parte comestível.

4. Os frutos podem ser: secos e carnosos. Êstes dividem-se em: bagas e drupas. As bagas têm número variável de sementes livres (abóbora, laranja, uva). As drupas só têm uma semente concrescida com o endocarpo duro, formando o caroço (azeitona, pêssego, ameixa).

5. Podem ainda os frutos ser divididos em: deiscentes e indeiscentes. Os frutos carnosos são quase todos indeiscentes. Os secos distribuem-se pelos dois grupos.

6. A deiscência pode ser de vários tipos: por uma fenda longitudinal (esporinha); por duas fendas longitudinais (feijão, ervilha); pela linha de união dos carpelos (septicida — azálea); pelo meio de cada carpelo (loculicida — algodão); por fendas longitudinais que deixam persistente um septo mediano (septífraga — Crucíferas); por uma fenda transversal (pixidiária — castanha do Pará); por poros (poricida — papoula). Os frutos secos deiscentes tomam nomes especiais em função da maneira como se abrem.

7. Os frutos secos indeiscentes são: aquênio (com 1 semente ligada ao fruto por 1 ponto — Compostas); cariopse (1 semente ligada ao fruto em tôda a extensão — Gramíneas); sâmara (1 semente, em geral; parede do fruto com expansões aliformes — Sapindáceas, Malpiguiáceas).

8. Pseudofrutos são formações que simulam frutos mas formam-se de modo diverso. Podem ser: simples, compostos e múltiplos. Os primeiros não provêm de ovários mas de outras partes de uma só flor (caju, marmelo). Os segundos provêm de diversos ovários de uma só flor (morango). Os terceiros provêm de diversas partes de diversas flôres (figo, abacaxi, amora, jaca).

9. As sementes resultam de óvulos fecundados. São formadas por: tegumentos e amêndoa. Os tegumentos são: testa e tégmen. A amêndoa pode apresentar: embrião e albúmen ou endosperma.

10. A testa é externa e resistente. Pode apresentar diversas formações: hilo, micrópila, rafe, etc. O tégmen, muito delicado, às vêzes é de difícil distinção.

11. As sementes podem ser: com albúmen (reservas envolvem o embrião — mamona) ou sem albúmen (reservas no próprio embrião, nos cotilédones — feijão).

12. O embrião consta de 1 ou 2 cotilédones, presos ao caulículo logo abaixo do ponto vegetativo terminal; o caulículo prolonga-se, do lado oposto, na radícula. Nas Ginospermas o embrião pode apresentar muitos cotilédones.

13. Na germinação, a primeira fase se caracteriza por entrada, puramente física, de muita água (embebição). Nas Dicotiledôneas e Ginospermas os cotilédones em geral saem para fora da semente. Nas Monocotiledôneas, o cotilédone único pode sair (Palmeiras) ou não (Gramíneas).

14. A disseminação de frutos e sementes pode fazer-se: pelo vento, por pássaros e outros animais, pela água. Atraem pássaros certas formações, como os arilos, excrescências mais ou menos desenvolvidas, formadas por diversos pontos do tegumento. Em maracujá o arilo é muito suculento; em noz-moscada, muito ramificado. Às vêzes é vivamente colorido *(Taxus baccata)*. Os carrapichos com espinhos, ou pêlos que podem secretar substâncias pegajosas, são, ora frutos, ora sementes, que se prendem ao corpo de diversos animais, sendo assim espalhados. Pêlos que revestem a semente (algodão e paina), ou ficam ligados ao próprio fruto (muitas Compostas), facilitam a disseminação pelo vento. Igual papel desempenham expansões aliformes de sementes (Ipê) e de frutos (sâmaras — Malpiguiáceas, Leguminosas, Sapindáceas). Disseminação pela água conhece-se também (côco da Bahia, *Avicenia*). Frutos que se abrem explosivamente espalham, êles mesmos, as sementes (trêvo, beijo).

PERGUNTAS

51. Que são: fruto e semente?

52. Como se distinguem as bagas das drupas? Dê exemplos.

53. Mostre, em um desenho esquemático, a organização do côco da Bahia.

54. Que tipos de deiscência conhece?

55. Descreva e exemplifique a deiscência pixidiária.

56. Faça um desenho esquemático de uma semente qualquer, indicando os nomes das diversas partes.

57. Quanto aos cotilédones, como podem ser as sementes? Dê exemplos.

58. Quanto à localização das substâncias de reserva, como podem ser as sementes? Dê exemplos.

59. Quais os agentes de disseminação de frutos e sementes? Dê exemplos.

60. Explique como pode ser facilitado o transporte de frutos e sementes, pelo vento, por pássaros e por outros animais.

7 – MORFOLOGIA EXTERNA DAS GINOSPERMAS

O característico mais importante do grupo das Ginospermas é a produção de sementes nuas, isto é, não encerradas no interior de um fruto. Juntamente com as Angiospermas constituem o grupo das Fanerógamas: plantas que produzem flôres, também conhecidas pelo nome de Espermatófitas, por formarem sementes e de Embriófitas[1], por produzirem embriões. As sementes possuem um número de cotilédones que varia de 2 a muitos.

O corpo de uma Ginosperma não difere essencialmente do de uma Angiosperma: tôdas as partes fundamentais, raiz, caule e fôlhas, aí se encontram. As raízes formam um sistema ramificado, como o das Dicotiledôneas. O caule pode constituir um tronco muito desenvolvido, por exemplo nos pinheiros e nos cedros verdadeiros[2]. Desenvolvimento extremo do tronco encontra-se nas Sequóias da Califórnia. Essas plantas milenares podem ultrapassar os 100 metros de altura e seu tronco pode ter um diâmetro superior a 10 metros.

A fig. 217 mostra um pinheiro do Paraná. Deve-se observar o fato de que os numerosos ramos saem todos quase da mesma altura do tronco. Isto, porém, só se verifica na árvore adulta; os ramos da planta em desenvolvimento se distribuem por todo o tronco, ficando os mais velhos e mais compridos, em baixo, de tal forma que ela assume formato cônico. À medida que a planta envelhece, elimina os ramos inferiores e os que restam se acham no mesmo plano. Mas, em alguns casos dispõem-se em dois e mesmo três andares. As fôlhas ficam em ramos relativamente curtos que saem das extremidades dos ramos muito longos, de primeira ordem. São pequenas, rígidas e munidas de ponta muito afiada capaz de ferir animais.

---

1 Entre estas situam-se também as Pteridófitas e as Briófitas, as quais formam embriões embora não produzam sementes.

2 A planta brasileira chamada comumente cedro, é *Cedrela fissilis*, uma Dicotiledônea, da família das Meliáceas; o cedro legítimo, *Cedrus libani*, é uma Ginosperma

Nas extremidades dêsses ramos curtos e folhosos se desenvolvem as inflorescências, na planta adulta. A fig. 218 mostra uma inflorescência feminina. É formada por numerosas fôlhas carpelares (megaesporofilos) inseridas ao redor de um eixo comum. Cada fôlha carpelar transporta um só óvulo (megaesporângio revestido por um integumento) que, fecundado, dará a semente: é o pinhão, representado na fig. 219. Ao conjunto de fôlhas carpelares com seus óvulos, vulgarmente denominado pinha, dá-se o nome de estróbilo feminino. As inflorescências masculinas, formadas em outras plantas, são também estróbilos, porém, de desenvolvimento menor (Fig. 220). Em tôrno do eixo inserem-se numerosas escamas (microsporofilos) que transportam, na sua face inferior, diversos sacos polínicos (microsporângios), correspondentes às anteras, e onde se formam os grãos de pólen (micrósporos). A fig. 221 mostra um microsporofilo, constituído por uma lâmina de cujo centro parte, na face inferior, um pequeno pedúnculo; ao seu redor estão dispostos os numerosos sacos polínicos.

No gênero *Pinus,* as fôlhas são de dois tipos: aciculares e escamiformes. As primeiras, em número variável de 2 a 7, inserem-se em ramos muito curtos[3] que partem das axilas das segundas. A parte terminal dum ramo de uma dessas plantas está representada na fig. 222, que mostra também, entre as fôlhas, numerosas inflorescências ou estróbilos masculinos. O estróbilo feminino (Fig. 223) não difere, em essência, de uma pinha.

Fôlhas aciculares verticiladas, formando tufos distribuídos sôbre os ramos curtos do caule, encontram-se no gênero *Larix,* como se pode ver na fig. 224.

Redução extrema das fôlhas, tôdas transformadas em pequenas escamas que recobrem os diversos ramos do caule, encontra-se em cipreste (Fig. 225). A fig. 226 mostra a inflorescência masculina dessa planta, podendo-se ver numerosos microsporofilos que formam um mosaico, na parte terminal de um ramo, transportando, na face inferior, os microsporângios que formam o pólen. Na fig. 227 encontra-se o estróbilo feminino constituído por diversas escamas ou fôlhas carpelares, cada qual com muitos óvulos na base da face superior. Depois de fecundados

3 Êstes são chamados braquiblastos e os ramos longos, macroblastos.

êsses óvulos, as escamas carpelares se desenvolvem, tornam-se lenhosas e se comprimem de maneira a constituírem uma pequena esfera, chamada gálbula, que pode ser vista muito bem na fig. 225. Corresponde essa gálbula aos cones, de maior desenvolvimento, encontrados nas outras Coníferas, os quais justificam o nome dêsse grupo.

Tôdas as plantas até agora mencionadas pertencem a um só grupo das Ginospermas: *Coniferales*. Outros existem, todavia: *Ginkgoales, Cycadales* e *Gnetales,* com representantes atuais; os

PRANCHA XIX

Figura 217 — Pinheiro do Paraná *(Araucaria angustifolia);* planta adulta, com um andar de ramos longos, cada um transportando um grande número de ramos curtos, foliosos. Original, baseado em fotografia tirada nos arredores de Curitiba.

Figura 218 — Inflorescência feminina (estróbilo), vulgarmente conhecida como pinha, do pinheiro do Paraná. É constituída por numerosas fôlhas carpelares, cada qual originando um óvulo que, fecundado, se transforma em semente — pinhão. Seg. Martius, modif.

Figura 219 — Pinhão. Original.

Figura 220 — Inflorescência masculina de pinheiro do Paraná. Sôbre o seu eixo se dispõem, helicoidalmente, numerosos microsporofilos. Seg. Martius, modif.

Figura 221 — Microsporofilo — *m,* de pinheiro do Paraná, com os diversos microsporângios ou sacos polínicos — *s,* ao redor do pedúnculo — *p.* Seg. Martius, modif.

Figura 222 — Parte terminal de um ramo fértil de *Pinus sylvestris.* O ramo longo — *l,* transporta inúmeros ramos curtos — *c,* que saem das axilas de fôlhas escamiformes — *e.* As fôlhas normais são aciculares — *fa;* os estróbilos masculinos, muito numerosos — *ma,* limitam-se à parte terminal do ramo. Seg. Strasburger, modif.

Figura 223 — Estróbilo feminino de *Pinus sylvestris.* Seg. Strasburger, modif.

Figura 224 — Segmento de caule de *Larix decidua. l* — ramo longo; *c* — ramo curto; *e* — fôlhas transformadas em escamas; *fa* — fôlhas normais, aciculares. Seg. Wettstein, modif.

Figura 225 — Parte de um ramo de cipreste, mostrando uma gálbula — *g.* Seg. Warming-Potter, modif.

Figura 226 — Inflorescência masculina de cipreste; *mi* — microsporofilos; *me* — microsporângios. Original.

Figura 227 — Inflorescência feminina de cipreste: *mc* — megaesporofilos ou fôlhas carpelares; transportam na base numerosos óvulos — *o.* Após fecundação, os megaesporofilos concrescem e tornam-se lenhosos, formando a gálbula, em cujo interior ficam as sementes originadas dos óvulos. Original.

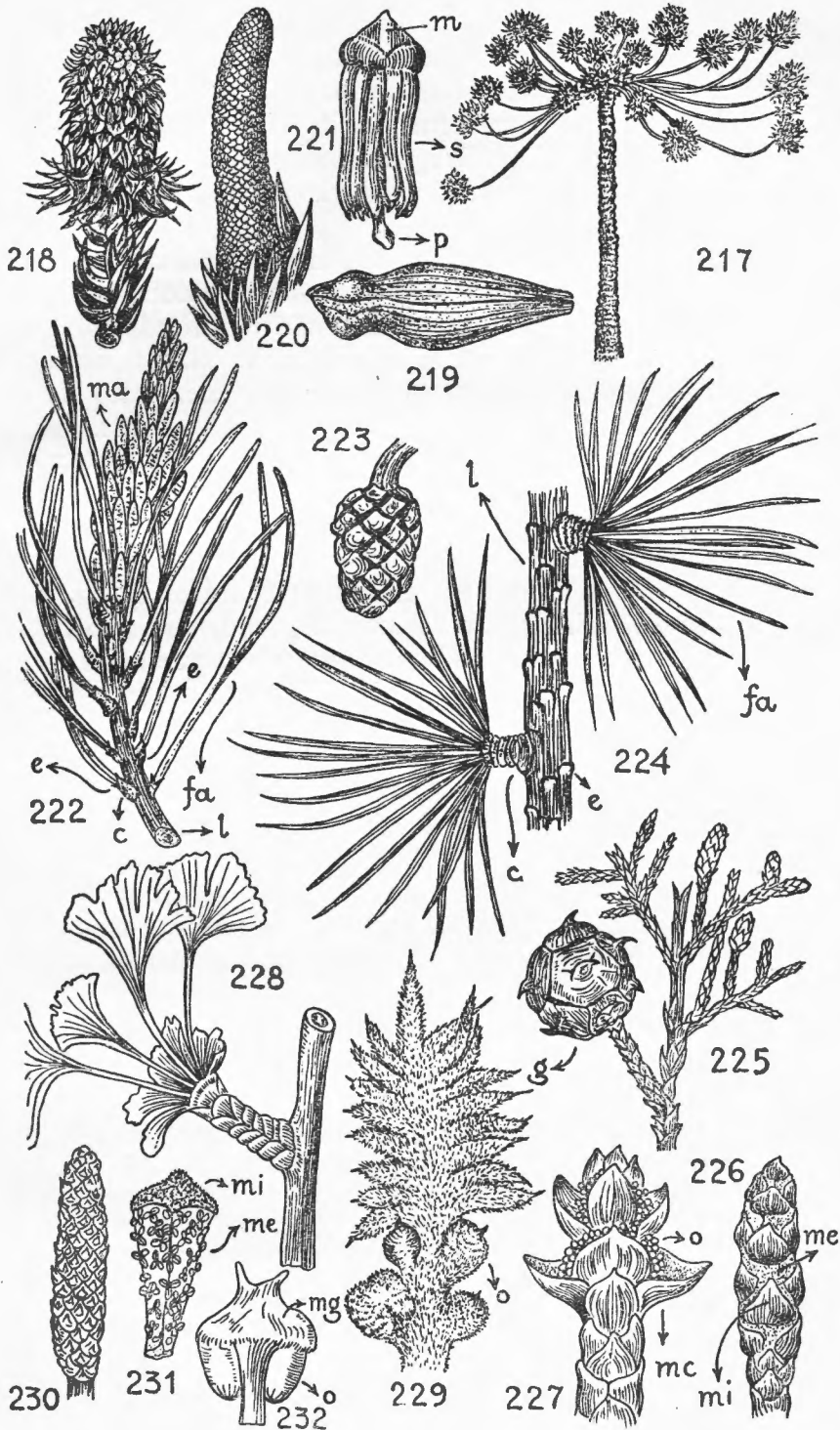
Figura 228 — Ramo de *Ginkgo biloba* com fôlhas flabeliformes. Seg. Richard, modif.

Figura 229 — Fôlha carpelar (megaesporofilo) de *Cycas revoluta,* transportando na base, diversos óvulos — *o.* Seg. Wettstein, modif.

Figura 230 — Inflorescência masculina de *Macrozamia* sp. Os numerosos microsporofilos se inserem helicoidalmente ao redor do eixo. Seg. Wettstein, modif.

Figura 231 — Microsporofilo — *mi,* com numerosos microsporângios — *me,* de *Cycas* sp. Seg. Richard.

Figura 232 — Megaesporofilo — *mg.* de *Ceratozamia robusta,* com dois óvulos — *o.* Seg. Warming-Potter, modif.

m
221
s
p
218
217
220
219
ma
223
l
e
fa
e
fa
224
222
c
l
e
c
228
g
225
226
mi
me
o
me
mg
o
mc
mi
230
231
232
o
229
227

três outros, *Pteridospermae, Bennettitales* e *Cordaitales,* são hoje conhecidos apenas através de seus fósseis.

A fig. 228 mostra um segmento de *Ginkgo biloba,* única espécie sobrevivente das *Ginkgoales.* Suas fôlhas flabeliformes lembram as das avencas, sendo todavia muito mais espêssas e resistentes.

As *Cycadales* constituem o grupo mais importante, depois das Coníferas. Todos os seus representantes são dotados de um tronco mais ou menos desenvolvido, não ramificado, de cujo ápice partem numerosas fôlhas penadas. São plantas de sexos separados. As femininas desenvolvem, como elementos de reprodução, fôlhas espêssas, os megaesporofilos ou fôlhas carpelares, muitas vêzes aveludadas, transportando, na margem, vários óvulos. Essas fôlhas carpelares têm geralmente o aspecto representado na fig. 229, de uma *Cycas;* reúnem-se em grande número, superpostas, em tôrno do ápice da planta. As flôres masculinas estão reunidas em estróbilos como o da fig. 230, de *Ceratozamia.* Sôbre um eixo comum prendem-se numerosos microsporofilos, transportando muitos microsporângios (Fig. 231). Nas *Cycadales,* nem sempre as flôres femininas apresentam o aspecto da fig. 229. Em *Macrozamia,* por exemplo, as fôlhas carpelares transportam apenas dois óvulos na base (Fig. 232)[4], estando reunidas em estróbilos. Em *Cycas,* depois de fecundados os óvulos, seu integumento torna-se carnoso na parte externa e adquire coloração viva, geralmente vermelha.

As Ginospermas constituem um grupo de interêsse especial por reunir formas de transição entre as Pteridófitas e as plantas superiores. Essa evolução se fêz por passos sucessivos, através dos tempos.

SUMÁRIO

1. Ginospermas são plantas que produzem sementes, porém não frutificam. Juntamente com as Angiospermas (que formam frutos) constituem o grupo das Fanerógamas (que produzem flôres) também chamadas Espermatófitas (por produzirem sementes) ou Embriófitas (por formarem embriões).

2. As Ginospermas reúnem os seguintes grupos: *Cycadales, Ginkgoales, Coniferales, Gnetales, Pteridospermae, Bennettitales* e *Cordaitales.* As três últimas são conhecidas apenas através de seus fósseis; as *Ginkgoales* estão representadas ainda hoje, embora por uma só espécie, *Ginkgo*

---

4 O mesmo acontece com *Pinus,* entre as Coníferas.

biloba; as *Gnetales* são mais numerosas, figurando como principais representantes atuais, os gêneros *Gnetum* e *Ephedra;* as *Cycadales* e, principalmente as *Coniferales,* são as duas classes bem representadas atualmente. A morfologia dos diversos órgãos varia, evidentemente, nas diferentes classes.

3. De um modo geral, nas Ginospermas, o sistema radicular é ramificado; o caule pode ser um tronco muito desenvolvido (pinheiro), atingindo o máximo em *Sequoia;* as fôlhas são em geral muito pequenas, rígidas, freqüentemente munidas de ponta afiada; às vêzes são aciculares *(Pinus),* outras, reduzem-se a escamas (cipreste); as de *Ginkgo biloba* são flabeliformes.

4. As flôres reúnem-se em inflorescências geralmente compactas, os estróbilos, nas extremidades de certos ramos. O estróbilo feminino é constituído por numerosas fôlhas carpelares (megaesporofilos) inseridos ao redor de um único eixo, cada uma transportando um número variável de óvulos; cada óvulo é formado por um megaesporângio revestido por um só integumento. As flôres masculinas formam estróbilos constituídos de microsporofilos dispostos ao redor de um eixo; cada um transporta um número variável de microsporângios (correspondentes às anteras) cheios de micrósporos (grãos de pólen). Fecundado, o óvulo transforma-se em semente que possui 2 a muitos cotilédones.

PERGUNTAS

61. Que são Ginospermas?

62. Por que as Ginospermas figuram entre as Fanerógamas e por que motivo estas plantas são também chamadas Espermatófitas e Embriófitas?

63. Descreva a organização fundamental de uma Conífera.

64. Quais são as classes das Ginospermas melhor representadas atualmente?

65. Como são as fôlhas das Ginospermas?

66. Descreva a organização do estróbilo feminino (pinha) do pinheiro do Paraná.

67. Descreva a organização do estróbilo masculino do pinheiro do Paraná.

68. Como são as flôres femininas de Cycas?

69. O que é o pinhão? Descreva de modo sucinto sua germinação.

70. Que é e como se desenvolve uma gálbula?

8 – MORFOLOGIA EXTERNA DAS PTERIDÓFITAS

Quando se considera o reino vegetal na ordem descendente da complexidade dos seus componentes, as Pteridófitas constituem o primeiro grupo das plantas que não produzem flôres: Criptógamas. As samambaias e avencas pertencem a êsse grupo que abrange 3 classes: Filicíneas, Licopodíneas e Equisetíneas. Tôdas possuem um sistema condutor constituído por tubos, os vasos lenhosos e os liberianos, por onde a seiva bruta, contendo água e sais, e a seiva elaborada, rica principalmente em açúcares dissolvidos em água, são conduzidas, respectivamente. Tal sistema permite grande velocidade no transporte de materiais. É especialmente importante que haja a possibilidade de transporte rápido de água, a fim de reabastecer a copa que a perde por transpiração. Foi por êsse motivo que o abandono definitivo do meio aquático e a conquista do meio terrestre, pelas plantas, só foi possível quando se diferenciaram as Pteridófitas, no decurso da evolução. Em plantas inferiores, as Criptógamas avasculares (Briófitas e Talófitas), não se encontram vasos, e o transporte de água se faz por correntes osmóticas. Êste mecanismo é muito lento e não permite grande desenvolvimento a estas plantas. Elas dependem de água próxima da copa, e só podem viver em lugares com uma cobertura líquida permanente ou temporária.

As Filicíneas são, em geral, terrestres ou epífitas. Algumas há, todavia, aquáticas. Seu caule é um rizoma que se desenvolve subterrâneamente, próximo à superfície, ou, nas formas epifíticas, justaposto ao tronco de uma planta hospedeira. Dêsse rizoma partem fôlhas penadas (Fig. 233). Em outros casos, a lâmina foliar é indivisa, como na fig. 234. As fôlhas novas apresentam-se enroladas, tomando o nome de báculo. Essas fôlhas, em geral, têm crescimento limitado, como as das demais plantas. Nas "samambaias-de-metro", porém, o crescimento da região apical da fôlha é de maior duração, permitindo-lhe atin-

gir grandes dimensões. O crescimento é indeterminado na fôlha de *Lygodium volubile,* freqüente em matas brasileiras. Seus folíolos dispostos alternadamente, ao longo da nervura principal, dão-lhe o aspecto de um ramo caulinar. A semelhança é acentuada por tratar-se de uma fôlha volúvel, capaz de subir por suportes, nêles se enrolando como os caules de muitas trepadeiras. Do rizoma, na face oposta àquela da qual partem as fôlhas, isto é, na inferior, nascem raízes que penetram no solo ou se emaranham na casca da hospedeira. Servem para fixação e absorção.

Algumas samambaias formam um caule aéreo que pode, com o correr dos anos, desenvolver-se muito, chegando a constituir um tronco resistente como nas samambaiaçus, cuja casca, representada na fig. 235, mostra, com grande nitidez, as cicatrizes deixadas pelas fôlhas ao caírem. Na base dêsse tronco encontra-se uma trama de raízes adventícias que se avolumam e aumentam em número, formando o que se conhece vulgarmente como xaxim.

Chegado o momento da reprodução, essas plantas produzem esporos no interior de pequenas vesículas, os esporângios. Êstes se reúnem em grupos chamados soros, que podem se distribuir de diferentes modos e assumir diversos formatos e dimensões. Freqüentemente estão na face inferior da fôlha, nos dois lados das nervuras principais; em outros casos acompanham os bordos da fôlha (Fig. 236). Os soros são às vêzes revestidos por uma membrana (indúsio) que cai, quando se completa a maturação dos esporos. Os soros representados na fig. 234 são desprovidos de indúsio; possuem-no, porém, os das figs. 236, 237 e 238. O indúsio pode ligar-se aos tecidos superficiais da fôlha que o formam, pela região central (Fig. 238) ou de maneira excêntrica (Fig. 237). Em casos especiais como o de *Davallia,* os esporângios ficam em pequenos bolsos formados nos bordos da fôlha, em conexão com ramificações do sistema de nervuras (Fig. 239).

A fig. 240 mostra uma pequena parte de um ramo de avenca de folíolos flabeliformes, vistos pela face inferior, onde, próximo dos bordos, se localizam os soros, desprovidos de indúsio.

A fig. 241 é de um *Hymenophyllum,* Filicínea extremamente delicada, sem qualquer elemento de proteção contra a perda

de água e que por isso mesmo só pode viver em ambiente muito úmido, como o das florestas tropicais brasileiras.

Quando os esporos estão maduros, são disseminados pelo vento, após a abertura dos esporângios. Ao germinarem, formam pequenas lâminas, aproximadamente cordiformes, clorofiladas, capazes de realizar fotossíntese. São visíveis a ôlho nu e podem atingir 1 cm de diâmetro. Em sua face inferior, aparecem rizóides que as fixam ao substrato de onde retiram água e sais. Recebem elas o nome de protalos. Ainda na face inferior, os protalos desenvolvem os elementos reprodutores masculinos

P R A N C H A X X

Figura 233 — Segmento de uma samambaia *(Polypodium vulgare): r* — rizoma, do qual partem raízes — *ra,* e fôlhas — *f.* As fôlhas muito novas — *b,* são enroladas e chamam-se báculos. Seg. Wettstein, modif.

Figura 234 — Fôlha de limbo indiviso de uma samambaia *(Cyclophorus serpens),* vista pela face inferior, onde se localizam os soros — *s.* Seg. Hooker e Greville, modif.

Figura 235 — Segmento de casca de *Alsophila* sp., uma samambaiaçu. Notam-se as cicatrizes — *c,* de fôlhas que caíram, e as raízes adventícias — *r.* Seg. Wettstein, modif.

Figura 236 — Fôlha de uma samambaia (*Cheilantes* sp.), com esporângios marginais revestidos por indúsio — *i.* Seg. Luerssen, modif.

Figura 237 — Pedaço de fôlha de uma samambaia (*Dryopteris* sp.), com indúsio de inserção excêntrica. Seg. Holman e Robbins, modif.

Figura 238 — Pedaço de fôlha de samambaia (*Polystichum* sp.), com indúsio de inserção central. Seg. Holman e Robbins, modif.

Figura 239 — Segmento de uma fôlha de *Davallia* sp., cujos esporângios — *e,* estão em bolsos — *b,* situados nos bordos da fôlha em conexão com as nervuras. Seg. Luerssen, modif.

Figura 240 — Segmento do ramo de uma avenca *(Adiantum capillus veneris),* mostrando os folíolos flabeliformes com os soros — *s,* desprovidos de indúsio. Seg. Ettingshausen, modif.

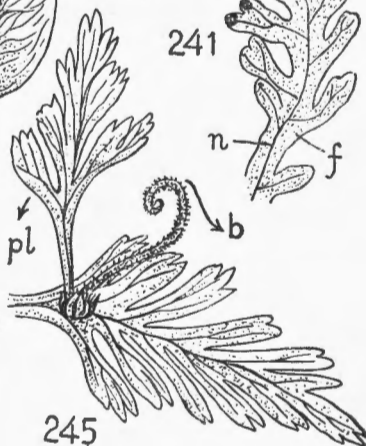
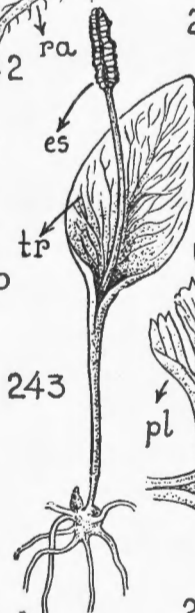
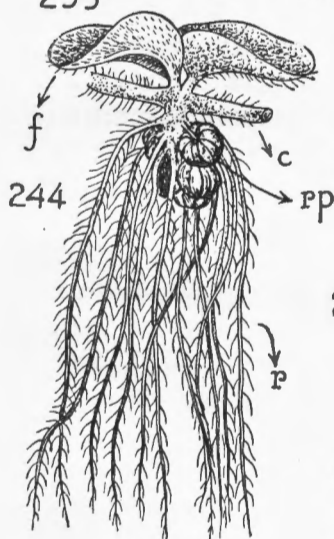
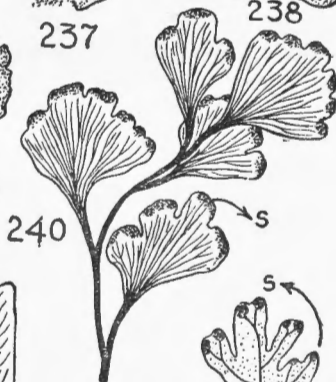
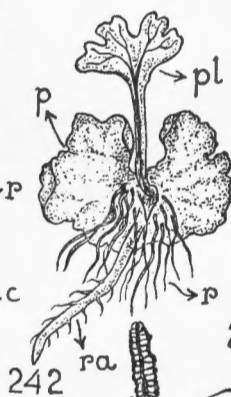
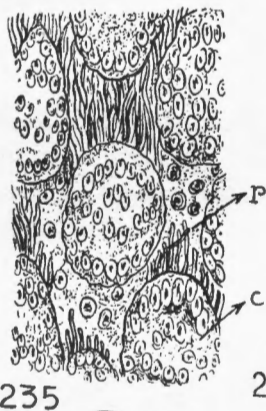
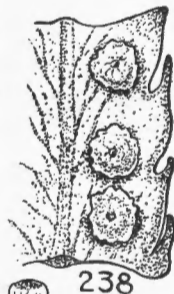
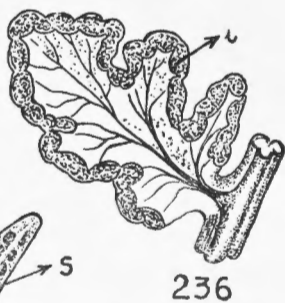
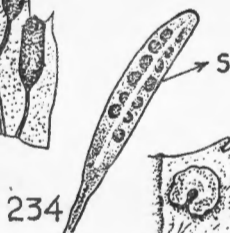
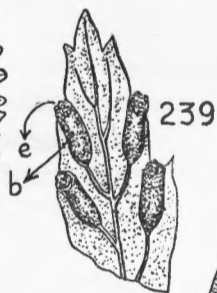
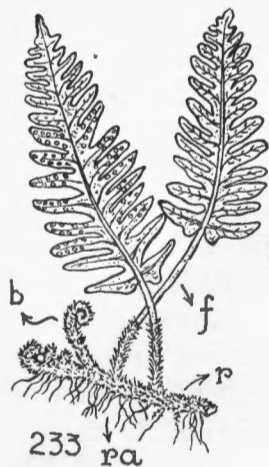
Figura 241 — Segmento de fôlha de *Hymenophyllum hirsutum.* A lâmina foliar muito fina — *f,* é percorrida por nervuras — *n,* que terminam, muitas vêzes, em soros — *s.* Seg. Ettingshausen, modif.

Figura 242 — Protalo — *p,* de uma samambaia comum, visto pela face inferior: *r* — rizóides; *pl* — plantinha em desenvolvimento; *ra* — primeira raiz da mesma. Original.

Figura 243 — Esporofilo — *es,* e trofofilo — *tr,* de *Ophioglossum vulgatum.* Seg. Wettstein, modif.

Figura 244 — Segmento de uma Filicínia aquática, *Salvinia natans: c* — caule; *f* — fôlhas; *r* — fôlhas submersas; *rp* — formações especiais (esporocarpos) que encerram elementos de reprodução. Seg. Bischoff, modif.

Figura 245 — Segmento de fôlha de *Asplenium viviparum.* Nesta Filicínea a fôlha tem capacidade de reprodução vegetativa. A nova plantinha — *pl* nasce em regiões predeterminadas da fôlha, ainda prêsa à planta-mãe; *b* — báculo que desabrochará em nova fôlha. Seg. Wettstein, modif.

b
f
r
233
ra
239
e
b
s
234
236
237
238
235
r
c
pl
p
p
242
ra
240
s
es
s
241
n
f
244
f
c
rp
tr
243
pl
b
p
245

e femininos. Uma vez realizada a fecundação, pelo encontro dêsses elementos, desenvolve-se, prêsa ao protalo, uma plantinha que, no início, se utiliza do próprio protalo para nutrir-se e que, pouco a pouco, cresce, forma raízes próprias e fôlhas, tornando-se assim capaz de vida independente. As formações mencionadas podem ser reconhecidas na fig. 242.

Em todos êsses exemplos, os esporos desenvolvem-se em fôlhas normais, assimiladoras. Já foi mencionado, ao se estudar a morfologia da fôlha, o caso de Filicíneas que desenvolvem esporos em fôlhas especiais, os esporofilos, diferentes, morfològicamente, das fôlhas assimiladoras, os trofofilos. O exemplo visto foi o de *Anemia*. A fig. 243 mostra outro, o de *Ophioglossum,* cujo esporofilo parte da axila de um trofofilo de lâmina muito ampla e indivisa.

Nem tôdas as Filicíneas são terrestres ou epifíticas. Conhecem-se algumas aquáticas. É o caso, por exemplo, de *Salvinia,* representada na fig. 244. Além das fôlhas opostas, recobertas de pêlos, formando pares ao longo do caule pouco desenvolvido, vêem-se na figura fôlhas submersas muito longas; entre elas, próximo ao seu ponto de inserção no caule, se encontram os elementos de reprodução: nos esporocarpos há esporos de dois tipos que darão, uns, protalos femininos, outros, protalos masculinos.

Convém, finalmente, lembrar que, neste grupo, ocorre o fenômeno de viviparidade já descrito no caso das fôlhas de fortuna e *Kalanchöe*. A fig. 245 mostra uma fôlha de *Asplenium viviparum* que, ainda na planta, em pontos predeterminados, produz plantinhas que podem tornar-se independentes.

As Equisetíneas abrangem várias espécies de um único gênero: *Equisetum,* vulgarmente chamado "cavalinha". Esta planta, como se vê na fig. 246, tem o caule nìtidamente dividido em nós e entrenós. Dos primeiros partem os ramos que se dispõem de modo verticilado. Nascem em axilas de fôlhas escamiformes que se soldam ao redor do caule, recobrindo-o em pequena extensão acima do nó. Crescem através das referidas escamas que perfuram. Sulcos longitudinais percorrem o caule em tôda a extensão. Êste e seus ramos são clorofilados e podem

fazer fotossíntese. Forte impregnação de sílica torna a sua superfície resistente e áspera. Êle provém de um rizoma que se desenvolve próximo à superfície do solo e de cujos nós nascem raízes normais e tubérculos (Fig. 247).

Para reprodução, formam-se, na extremidade de certos ramos, pequenas espigas[1] constituídas por numerosos esporofilos (Fig. 248). As figs. 249 e 250 são duas vistas, de ângulos diferentes, de um esporofilo. Pode-se ver fàcilmente, que de um escudo laminar parte, do centro de sua face inferior, um pedúnculo que vai se prender ao eixo da espiga e que é circundado por vários esporângios onde se formam os esporos.

As Licopodíneas constituem um grupo com um número maior de representantes atuais. Entre êles figuram *Lycopodium* e *Selaginella*. A fig. 251 mostra um segmento de uma plantinha de *Lycopodium*. Ao redor do caule pouco desenvolvido e ramificado, envolvendo-o quase totalmente, dispõem-se numerosas fôlhas, reduzidas quase a filamentos. Em certas partes o caule forma raízes que crescem em direção ao solo, onde penetram e se ramificam. Ramos terminais do caule se adelgaçam e produzem, na parte apical, pequenas espigas constituídas por numerosos esporofilos, cada qual transportando, na face interna basal, um esporângio (Veja-se na Fig. 252 um esporofilo e seu esporângio). Nem sempre a plantinha de *Lycopodium* tem o aspecto descrito. Em *Lycopodium taxifolium* (Fig. 253), por exemplo, as fôlhas, muito menos numerosas, têm desenvolvimento bem pronunciado e estão dispostas de maneira alterna nos eixos caulinares. As fôlhas terminais transportam, cada qual, um esporângio. Finalmente, nas Selaginelas, as fôlhas, em geral muito reduzidas, dispõem-se num só plano, ao longo dos ramos caulinares (Fig. 254). Aglomerados de esporofilos, cada qual com seu esporângio, como em *Lycopodium* constituem elementos de reprodução.

Tanto nas Licopodíneas como nas Equisetíneas os esporos libertados germinam, formando protalos. Êstes diferem dos protalos das Filicíneas por serem microscópicos. Enquanto que na maioria das Filicíneas os protalos formam elementos masculinos e femininos, o que ocorre também em *Lycopodium*, em

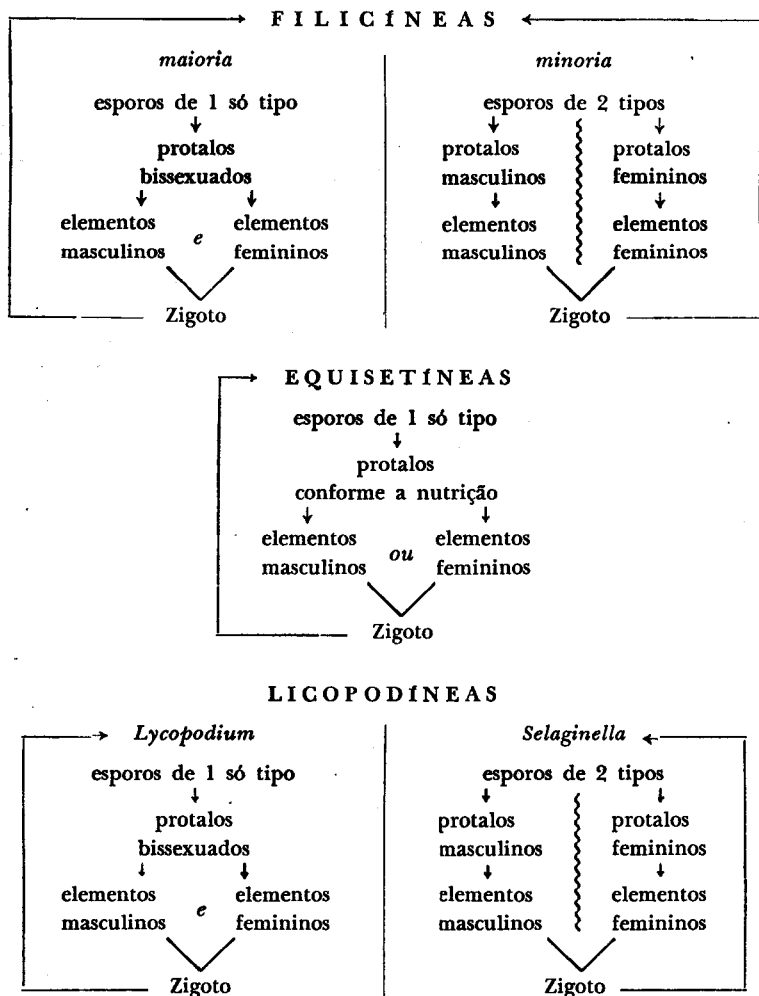
---

1 Poder-se-ia chamar tais espigas ou estróbilos de esporescências, por analogia com os têrmos inflorescências e infrutescências, de uso corrente.

Selaginella e em *Equisetum*[2], cèrtos protalos formam sòmente elementos masculinos e outros, só femininos.

Em tôdas as Pteridófitas, após haver fecundação, o ôvo resultante (zigoto) germina e produz uma nova planta, igual à de origem.

As diversas modalidades do ciclo reprodutivo das Pteridófitas, que acabam de ser vistas, encontram-se recapituladas, de modo esquemático, abaixo:

LICOPODÍNEAS

2 Nesta planta os protalos são todos iguais. Darão, porém, só elementos masculinos ou femininos, conforme as condições de nutrição.

SUMÁRIO

1. Pteridófitas são criptógamas vasculares. São Criptógamas, porque não formam flôres; vasculares, por possuírem vasos.

2. Abrangem as Filicíneas, as Equisetíneas e as Licopodíneas.

3. São terrestres ou epífitas, em geral. Há algumas aquáticas.

4. Seu caule, no caso mais freqüente, é um rizoma do qual nascem, de um lado, raízes, de outro, fôlhas.

5. As fôlhas podem ser indivisas ou penadas. Em vários casos distinguem-se as fôlhas assimiladoras das coletoras (*Platycerium alcicorne, Drynaria quercifolia, Polypodium rigidulum*).

6. Para reprodução desenvolvem-se esporos no interior de esporângios que se reúnem em soros, cobertos ou não por indúsio. Os soros têm formato, tamanho e localização variáveis. Podem ocorrer nas fôlhas assimiladoras ou em fôlhas especiais, esporofilos (*Anemia, Ophioglossum*). Os esporos, ao germinarem, formam protalos que produzem elementos masculinos e femininos.

7. As Equisetíneas têm menor número de representantes atuais. O único gênero, *Equisetum*, tem os ramos aéreos do caule partindo de um rizoma subterrâneo que forma, também, raízes e tubérculos. Os caules são clorofilados e realizam fotossíntese, suprindo a deficiência das fôlhas reduzidas a simples escamas que partem dos nós e entrenós, o que lhes dá o aspecto de peças articuladas.

8. Na reprodução as Equisetíneas formam espigas constituídas por numerosos esporofilos, cada qual transportando vários esporângios que produzem esporos. Germinando, êstes formam protalos que originam só elementos masculinos ou femininos, conforme as condições de nutrição.

9. As Licopodíneas são bem representadas pelas numerosas espécies de *Lycopodium* e *Selaginella*. Em *Lycopodium* as fôlhas são geralmente muito reduzidas, recobrindo os eixos caulinares. Em *Selaginella*, as fôlhas muito pequenas dispõem-se num só plano, em lados opostos do caule. Dêste podem partir rizóforos que penetram no solo e formam raízes.

10. Na reprodução, formam-se espigas de esporofilos, tanto em *Lycopodium* como em *Selaginella*. Enquanto que os esporos em *Lycopodium* são todos iguais, em *Selaginella* são de dois tipos: um origina protalos femininos, outro, protalos masculinos. Em *Lycopodium* os protalos são hermafroditas como na maioria das Filicíneas.

11. Em tôdas as Pteridófitas resulta da fecundação um ôvo (zigoto), que se desenvolve e produz uma planta idêntica à original.

PERGUNTAS

71. Que são Pteridófitas e que classes abrangem?

72. Como é, em geral, o caule das Pteridófitas? Dê exemplo de uma que forme tronco.

73. Como são as fôlhas das Filicíneas? Dê exemplos de heterofilia neste grupo.

74. Que é xaxim? Que planta o produz?

75. Como são o caule e as fôlhas das Equisetíneas?

76. Como são e como se dispõem as fôlhas das Licopodíneas?

77. Que são: sôro, esporângio e indúsio?

78. Que são protalos? São iguais em tôdas as Pteridófitas?

79. Qual é a importância da existência dos vasos lenhosos e liberianos, encontrados pela primeira vez nas Pteridófitas?

80. Que tem de especial a fôlha do feto Lygodium volubile?

9 – MORFOLOGIA EXTERNA DAS BRIÓFITAS

As Briófitas são Criptógamas avasculares[1]: plantas que não produzem flôres nem dispõem de vasos para o transporte de seiva. Como foi explicado, plantas desprovidas de vasos, não podem desenvolver-se muito, devendo manter-se próximas à superfície do substrato em que se fixam. Pela mesma razão limitam-se a lugares úmidos, onde não existe o perigo de um dessecamento fatal.

Êsse grupo abrange os Musgos e as Hepáticas, as quais, por sua vez, compreendem as *Marchantiales*, as *Anthocerotales* e as *Jungermanniales*. As Briófitas despertam interêsse especial, por reunirem formas de transição das talófitas às cormófitas. Talófitas são vegetais cujo corpo, chamado talo, não exibe diferenciação entre raiz, caule e fôlhas. Nas cormófitas essa diferenciação é clara e ao seu corpo chama-se cormo. Algas, Fungos e Liquens são talófitas; Pteridófitas, Ginospermas e Angiospermas são cormófitas. No grupo das Briófitas, todos os Musgos são cormófitas, mas, entre as Hepáticas, enquanto as *Marchantiales* (Figs. 255 e 256) e as *Anthocerotales* (Fig. 257), têm organização talofítica, as *Jungermanniales* reúnem formas nìtidamente talosas (*Metzgeria,* Fig. 258), outras com recortes foliosos (*Schiffneria,* Fig. 259) e ainda outras com fôlhas bem distintas do caule (*Androcryphia* e *Plagiochila,* por exemplo).

Pelo arranjo espiralado de suas fôlhas, os Musgos já se diferenciam das *Jungermanniales* foliosas. Além disso, êles são, geralmente eretos (Figs. 260 e 262), ao passo que as *Jungermanniales,* como as demais Hepáticas, são, em geral, prostradas.

As fôlhas do Musgo *Mnium* (Figs. 260 e 261) são relativamente bem desenvolvidas, o que não acontece com as de *Polytrichum* (Fig. 262), reduzidas a filamentos curtos e espessos.

1 A denominação de Criptógamas celulares, para designar as plantas desprovidas de vasos, é mais comum. Parece preferível, no entanto, chamá-las Criptógamas avasculares, por ser esta expressão mais precisa, visto que quase tôdas as plantas são celulares.

Raízes verdadeiras faltam nas Briófitas; são substituídas por muitos rizóides (Figs. 260 e 262).

Quanto à reprodução, as Briófitas apresentam uma novidade em seu ciclo, quando comparadas às Pteridófitas: neste grupo

P R A N C H A X X I

Figura 246 — Parte de caule de um *Equisetum*. Nota-se a existência de entrenós — *e*, e nós — *n*, de onde partem ramos verticilados — *r*, que nascem nas axilas de fôlhas reduzidas a escamas — *f*, soldadas ao redor do caule percorrido por sulcos longitudinais — *s*. Seg. Strasburger, modif.

Figura 247 — Segmento de rizoma de um *Equisetum*, mostrando raízes normais — *r*, e tubérculos — *t*. Seg. Strasburger, modif.

Figura 248 — Parte terminal de um ramo fértil de *Equisetum*, mostrando a espiga — *esp*, constituída por esporofilos. Seg. Strasburger, modif.

Figura 249 — Esporofilo de *Equisetum*, visto de cima. Nota-se que do centro da face inferior da lâmina — *l*, surge um pedúnculo — *p*, ao redor do qual se dispõem os esporângios — *es*. Seg. Strasburger, modif.

Figura 250 — Esporofilo de *Equisetum*, visto de baixo: *l* — lâmina, *p* — pedúnculo; *es* — esporângios. Seg. Strasburger, modif.

Figura 251 — Segmento de uma planta de *Lycopodium clavatum*: *c* — caule ramificado e recoberto por fôlhas filamentosas; *r* — raízes; *esp* — espigas formadas por esporofilos (esporescências). Seg. Strasburger, modif.

Figura 252 — Esporofilo — *ep*, de *Lycopodium clavatum*, visto pela sua face interna; o único esporângio — *es*, fica na base. Seg. Strasburger, modif.

Figura 253 — Parte terminal de um ramo de *Lycopodium taxifolium*. Nota-se que as fôlhas — *f*, são bem desenvolvidas e as terminais transportam, cada uma, um esporângio — *es*. Seg. Wettstein, modif.

Figura 254 — Segmento de uma planta de *Selaginella* sp., mostrando as fôlhazinhas dispostas num só plano. Original.

Figura 255 — Talo masculino de *Marchantia*. Os "chapéus" masculinos, novos — *n*, e maduros — *m* são, visíveis; *co* — conceptáculos contendo propágulos vegetativos. Seg. Strasburger, modif.

Figura 256 — Talo feminino de *Marchantia*. Os "chapéus" novos — *n*, e maduros — *m*, são mais recortados que no caso anterior; *co* — conceptáculos com propágulos vegetativos. Seg. Strasburger, modif.

Figura 257 — Talo de *Anthoceros*, mostrando esporogônios jovens, ainda fechados — *j*, e maduros, abertos — *a*. Original.

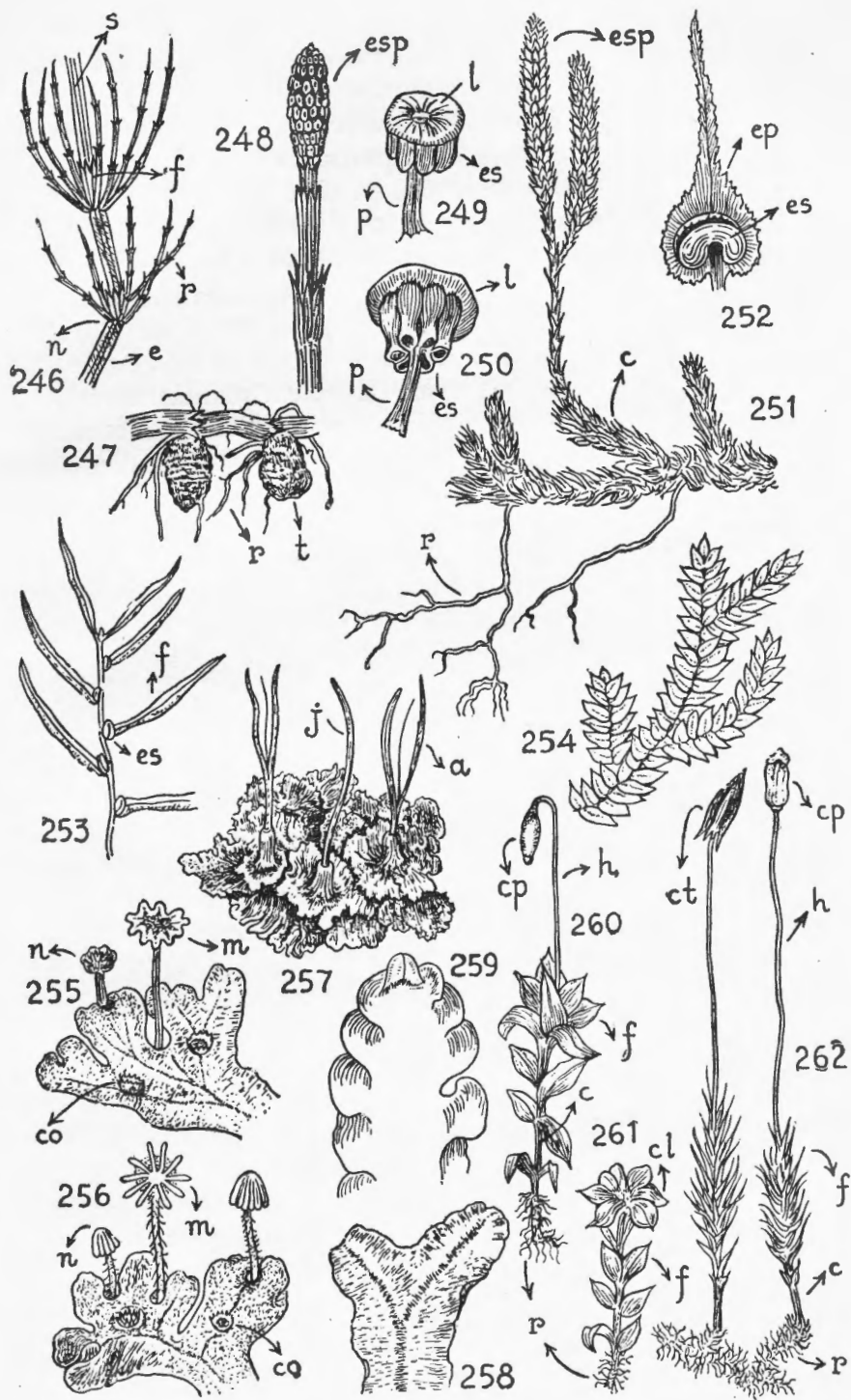
Figura 258 — Segmento de talo de *Metzgeria*. Original.

Figura 259 — Segmento de talo de *Schiffneria hyalina*. Notam-se os recortes dos bordos. Seg. Goebel.

Figura 260 — Plantinha feminina de musgo *(Mnium affine)*, mostrando, na basc, rizóides — *r*, e ao longo do caule — *c*, as folhazinhas — *f*. O esporogônio é formado por uma haste — *h*, que termina por uma cápsula — *cp*. Seg. Schimper, modif.

Figura 261 — Planta masculina de musgo *(Mnium affine)*: *r* — rizóides; *f* — fôlhas; *cl* — o cálice formado por fôlhas que encerram os elementos masculinos. Seg. Schimper, modif.

Figura 262 — Planta de musgo *(Polytrichum commune)*: *r* — rizóides, *c* — caule, *f* — fôlhas filamentosas. O esporogônio à esquerda, mostra a cápsula coberta por uma caliptra — *ct*; no da direita, a cápsula — *cp*, está descoberta por ter a caliptra caído. Seg. Schimper, modif.

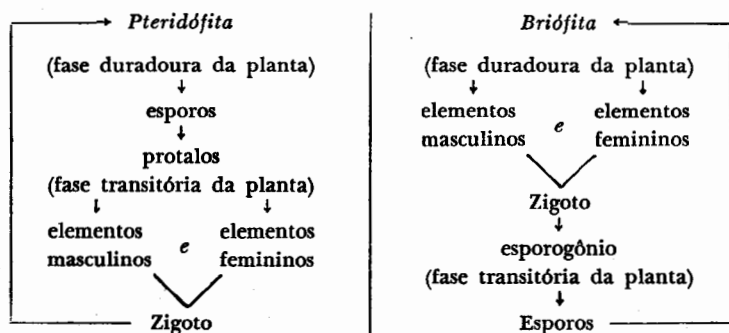
s
f
r
n
e
246
248
esp
l
es
p
249
esp
ep
es
252
l
250
p
es
c
251
247
r
t
r
f
es
253
j
a
254
cp
h
260
ct
cp
h
n
m
255
257
259
f
c
262
co
261
cl
f
256
m
n
f
c
co
r
258
r

a planta adulta forma esporos; nas Briófitas ela produz elementos de reprodução sexual (gametas), que, uma vez reunidos, originam zigotos e, de seu desenvolvimento, surgem esporófitos: elementos formadores de esporos. O esporófito desenvolve-se no local de origem, isto é, persiste ligado à planta produtora dos elementos sexuais, da qual depende para se nutrir: êle, por conseguinte parasita a planta que o formou.

Na fig. 261 está representada uma plantinha masculina de um musgo. Em seu ápice, as fôlhas dispõem-se em um conjunto caliciforme em cujo interior se desenvolvem os elementos masculinos. Anàlogamente, no ápice de outras plantas, formam-se elementos femininos. Os primeiros são levados ao encontro dos segundos em gotículas de água de chuva, que, batendo nas plantinhas masculinas, esborrifam e, eventualmente, caem sôbre as femininas. Efetuada a fecundação, surge o zigoto, do qual se origina o esporogônio que cresce prêso ao ápice da plantinha onde se formou e é constituído por uma haste (seta) mais ou menos longa, transformada, na sua parte apical, em pequena urna, a cápsula, em cujo interior se formam os esporos. Quando maduros, saem da cápsula e são disseminados pelo vento. Ao germinarem dão origem a filamentos (protonemas) sôbre os quais se organizam novas plantinhas de musgo. Nas figs. 260 e 262 vêem-se esporângios de *Mnium* e *Polytrichum*. Na última, o esporogônio da esquerda apresenta a cápsula recoberta por um capuz chamado coifa ou caliptra. Quando a cápsula está madura, a caliptra cai, tornando-se então visível o ápice da cápsula, onde se pode perceber uma linha transversal de deiscência que isola um opérculo (Fig. 262, à direita).

Nas Hepáticas não existe nenhuma diferença essencial neste ciclo. Assim, em *Marchantia,* a planta adulta forma os elementos sexuais. A fig. 255 mostra um segmento de um talo masculino dessa planta, no qual, em certos pontos, se desenvolvem formações especiais (chapéus masculinos), constituídas por um pedúnculo que se alonga na parte superior, formando pequena lâmina com alguns recortes não muito pronunciados. Na face superior dessa lâmina é que se originam os elementos reprodutores masculinos. O talo feminino, representado na fig. 256, origina formações comparáveis (chapéus femininos), que, no entanto, têm um pedúnculo em geral mais longo e uma lâmina

com recortes mais profundos. Em sua face inferior são produzidos os elementos reprodutores femininos. Transportados em gotículas de chuva, como nos musgos, elementos masculinos encontram-se com femininos e formam zigotos. Êstes, ao se desenvolverem, produzem esporogônios constituídos por cápsulas assentadas sôbre hastes muito curtas. Os esporos germinam após se libertarem das cápsulas, produzindo plantinhas como as iniciais.

Nas *Jungermanniales* e *Anthocerotales* nada de extraordinário há a acrescentar. Pequenas diferenças de forma, tamanho e localização do esporogônio, encontram-se, todavia, nesses grupos. Assim, por exemplo, em *Anthoceros,* a cápsula repousa sôbre um pedúnculo curto, sendo ela, ao contrário, distendida em um longo tubo, quase cilíndrico, que produz esporos em tôda a extensão. Sua deiscência, que permite a disseminação dos esporos, faz-se com separação de duas valvas, entre as quais persiste um septo mediano, a columela. Cápsulas fechadas e abertas, de *Anthoceros,* estão representadas na fig. 257.

Os esquemas abaixo recapitulam e comparam os ciclos das Pteridófitas e das Briófitas.

Convém, finalmente, assinalar, que nas Briófitas se encontram, como em quase tôdas as plantas, elementos de propagação vegetativa independentes do ciclo estudado. Em *Marchantia,* por exemplo, em certos pontos da superfície do talo, podem se desenvolver conceptáculos (Figs. 255 e 256): formações especiais caliciformes, em cujo interior estão os propágulos, constituídos por células clorofiladas, dotados de substâncias de reserva, que se podem libertar, desenvolver rizóides, fixar-se num substrato conveniente e transformar-se em nova planta.

SUMÁRIO

1. Briófitas são Criptógamas avasculares: não produzem flôres, nem possuem vasos para transporte de seiva.

2. Abrangem: Musgos e Hepáticas. Estas compreendem as *Marchantiales*, as *Anthocerotales* e as *Jungermanniales*.

3. Todos os Musgos são cormófitas, plantas cujo corpo (cormo) é diferenciado em raiz, caule e fôlhas. As *Marchantiales* e as *Anthocerotales* são talosas: não mostram a referida diferenciação. As *Jungermanniales* reúnem formas talosas e foliosas.

4. O ciclo evolutivo das Briófitas apresenta uma inversão quando comparado com o das Pteridófitas. Nestas, a planta adulta forma esporos que germinam dando protalos formadores de elementos sexuais. Nas Briófitas, a planta adulta forma os elementos sexuais que, depois da fecundação, produzem zigotos, de cujo desenvolvimento surgem os esporogônios formadores de esporos. Êstes, germinando, produzem novas plantas. Nas Pteridófitas as novas plantas são produzidas pela germinação dos zigotos.

5. O esporogônio dos Musgos é constituído por longa haste (seta) encimada por uma urna (cápsula) em cujo interior se formam os esporos. A cápsula jovem é recoberta por uma coifa ou caliptra. A madura apresenta-se sem caliptra e mostra uma linha transversal de deiscência, a qual isola um opérculo.

6. Nas Hepáticas o ciclo é, fundamentalmente, o mesmo que nos Musgos. Diferenças morfológicas ocorrem, todavia. Por exemplo, o esporogônio das *Anthocerotales* é formado por uma cápsula alongada, de deiscência longitudinal, que repousa sôbre pedúnculo muito curto.

7. Reprodução vegetativa, independente do ciclo estudado, ocorre em várias Briófitas, por exemplo em *Marchantia*, cujo talo forma conceptáculos contendo propágulos vegetativos pluricelulares.

PERGUNTAS

81. Que são Briófitas e que classes abrangem?

82. Que é talo? Dê exemplos de Briófitas talosas.

83. Que é cormo? Dê exemplos de Briófitas cormofíticas.

84. Com relação ao desenvolvimento das plantas, qual é a importância da inexistência de vasos nas Briófitas?

85. Como são e como se dispõem as fôlhas dos Musgos?

86. Quanto à reprodução, que novidade apresentam as Briófitas, em relação às Pteridófitas?

87. Que é esporogônio? Mostre, em desenhos esquemáticos, esporogônios de musgo, com e sem caliptra.

88. Mostre, em desenhos esquemáticos, o esporogônio de Anthoceros, *aberto e fechado.*

89. Explique, de forma sucinta, o ciclo reprodutivo de Marchantia.

90. Como se faz a reprodução vegetativa de Marchantia?

10 – MORFOLOGIA EXTERNA DAS TALÓFITAS

Talófitas são plantas cujo corpo, chamado talo, não apresenta diferenciação entre raiz, caule e fôlhas. Há, todavia, plantas dêste grupo que simulam tal diferenciação. É o caso de certas Algas cujo eixo forma ramos laterais com aspecto e função de fôlhas. Estas, no entanto, não apresentam a estrutura das fôlhas das plantas superiores, sendo, por êsse motivo chamadas filóides. Da mesma forma, os eixos de suporte não têm a organização interna dos caules, nem os elementos de fixação e absorção apresentam a estrutura das raízes verdadeiras. Recebem, por isso, respectivamente, os nomes de caulóides e rizóides.

De outro lado convém lembrar que nem tôdas as plantas cujo corpo é um talo, pertencem ao grupo das Talófitas. É o que ocorre, por exemplo, com as *Marchantiales* e *Anthocerotales:* seu corpo é sempre um talo típico, e no entanto, pertencem às Briófitas, em virtude dos outros caracteres que apresentam.

As Talófitas abrangem as Algas e os Fungos. Um terceiro grupo, o dos Liquens, deve ser igualmente entre elas situado. Não se trata, todavia de um grupo do mesmo valor sistemático dos anteriores, porque seus componentes são formas de associação entre Algas e Fungos. Essa associação, em que os dois membros se beneficiam mùtuamente, recebe o nome de simbiose.

As Algas são muito variadas na forma e nas dimensões. Muitas são microscópicas, de tamanho, às vêzes, inferior a 1/1000 mm. Outras são extremamente desenvolvidas, atingindo sua extensão, algumas centenas de metros, como por exemplo, certas Algas pardas do Oceano Pacífico, nas costas da Califórnia. A maioria das Algas é de vida aquática. Algumas, no entanto, vivem no solo ou sôbre troncos de árvores, paredes, muros e até em cavidades do corpo de plantas e animais. As formas aquáticas distribuem-se pela água salgada e doce. Em

ambos os casos encontram-se formas que flutuam livremente, fazendo parte do plâncton; outras fixam-se às rochas, constituindo o benton[1].

A diversidade de formas é grande entre as Algas. A fig. 263 mostra um caso bem simples em que a planta é constituída por tubos que lembram, de certa forma, segmentos de intestino. Daí o seu nome: *Enteromorpha*. Outras vêzes, o corpo da planta é uma simples lâmina pouco espêssa que se rompe, especialmente nos bordos, ao embate das ondas. É o caso de *Porphyra*, representado na fig. 264. De forma laminar é, igualmente, *Padina* (Fig. 265), que apresenta, no entanto, na base, alguns rizóides para fixação. Mais complexa é a organização de *Nereocystis* (Fig. 266): esta Alga fixa-se às rochas pela base não muito desenvolvida que se prolonga superiormente, num filamento muito comprido, flexível e terminado, na parte apical, por uma grande esfera; desta, na parte oposta ao filamento, partem diversas fitas que acompanham fàcilmente os movimentos da água. A mencionada esfera, ôca, cheia de ar, facilita a

---

1 Plâncton e benton reúnem igualmente animais, no primeiro caso, livres, no segundo, fixos a diversos substratos.

PRANCHA XXII

Figura 263 — *Enteromorpha compressa*, uma Alga verde. Seg. Strasburger, modif.

Figura 264 — *Porphyra* sp., Alga vermelha do litoral brasileiro. Original inédito de A. B. Joly, a quem agradecemos a permissão para utilizá-lo.

Figura 265 — Talo de *Padina pavonia*, Alga parda, mostrando o apressório basal — *ap*. Seg. Wettstein, modif.

Figura 266 — *Nereocystis*, Alga parda do Oceano Pacífico: *p* — apressório com rizóides; *f* — caulóide filamentoso; *b* — "bóia" de flutuação; *fi* — filóides. Seg. Postels e Ruprecht, modif.

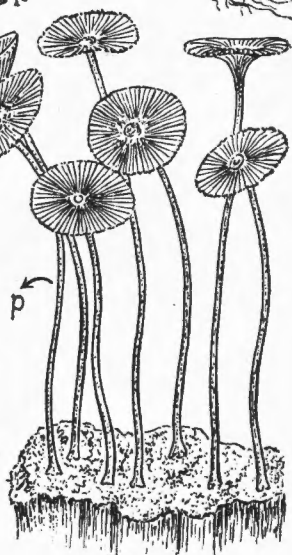
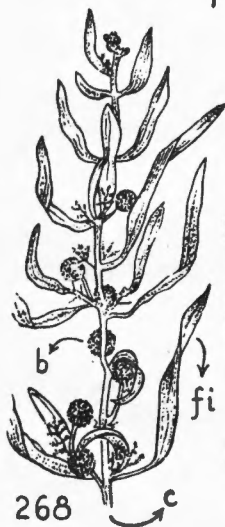
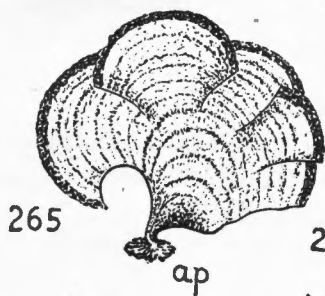
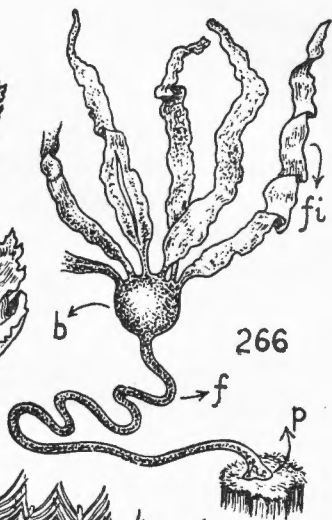
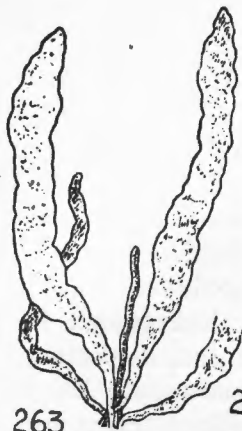
Figura 267 — Segmento de *Caulerpa sertularioides*, Alga verde, brasileira: *c* — caulóide, *fi* — filóide simulando uma fôlha penada; *r* — rizóides. Original baseado em material coletado por A. B. Joly, a quem agradecemos a autorização para utilizá-lo.

Figura 268 — *Sargassum stenophyllum*, Alga parda, brasileira: *c* — caulóide, *fi* — filóide, *b* — pequenas "bóias" de flutuação. Seg. Martius, modif.

Figura 269 — *Acetabularia* sp., Alga calcária: *l* — parte superior laminar do talo, constituída por numerosas lamelas; de seu centro parte um pedúnculo — *p*, que fixa a planta a um substrato. Seg. Oltmanns, modif.

Figura 270 — *Nitella* sp., Alga verde de água doce, comum no Brasil. Nota-se a organização de um eixo em nós e entrenós. Os ramos formam verticílios, ao redor dos nós. Original.

Figura 271 — Segmento de *Batrachosperum* sp., Alga vermelha, de água doce, muito comum no Brasil. Nota-se que de seu eixo ramificado, bem como dos próprios ramos, partem, de espaço em espaço, tufos de pêlos, cuja organização só pode ser analizada com auxílio de microscópio. Original.

263
264
265
ap
266
fi
b
f
p
267
c
fi
r
268
b
fi
c
269
l
p
270
271

flutuação da planta. Mais evoluída é a organização de *Caulerpa* (Fig. 267): de um eixo caulinar horizontal, partem ramos com filóides dispostos como os folíolos de uma fôlha penada; da face oposta do mesmo eixo surgem numerosos rizóides. Em *Sargassum* (Fig. 268) encontra-se, igualmente, uma organização complexa: o eixo central que substitui o caule, forma ramos laterais achatados, como fôlhas; ao longo do caulóide, dispõem-se pequenas esferas cheias de ar; são, como no caso de *Nereocystis*, verdadeiras bóias de flutuação. Extremamente interessante é a organização de *Acetabularia* [2] (Fig. 269): tôda a planta apresenta o aspecto de um pequeno guarda-chuva: o pedúnculo longo, cilíndrico, é fixo ao substrato por meio de rizóides e transporta, na outra extremidade, uma lâmina circular constituída por uma série de lamelas radiadas.

Tôdas as Algas até agora mencionadas são marinhas. As figs. 270 e 271 mostram espécies de água doce. No primeiro caso trata-se de uma *Nitella*. Seu eixo central é dividido em nós e entrenós; dêle partem ramos laterais dispostos em verticílios. Êstes nascem exatamente nos nós; dois verticílios sucessivos limitam um entrenó. Os ramos, por sua vez, podem repetir a organização do eixo central. É interessante assinalar o fato de ser essa Alga constituída por células gigantes. Com efeito, cada entrenó é formado por uma só célula que em certas espécies pode atingir cêrca de 10 cm de comprimento. A Alga representada na fig. 271 é um *Batrachospermum*. O que se pode ver sem auxílio do microscópio é sòmente o que aparece na figura: um eixo central de onde partem, a certos intervalos, alguns ramos; tanto o eixo como seus ramos, formam tufos de numerosos filamentos. Tôda a planta se recobre com uma bainha de mucilagem que ela mesma produz e que lhe dá o aspecto da desova de um anfíbio: disso provém seu nome.

As Algas possuem, além da clorofila, outros pigmentos. Costuma-se distribuí-las por grupos cujos nomes se relacionam com o pigmento predominante. Conhecem-se assim: Algas azuis (Cianofíceas), pardas (Feofíceas), vermelhas (Rodofíceas), além das verdes (Clorofíceas). Êstes não são, todavia, os únicos grupos de Algas existentes. De outro lado, a côr não é o caracte-

---

2 Esta Alga, como aliás muitas outras, apresenta suas membranas incrustadas de carbonato de cálcio.

rístico fundamental para a determinação do grupo ao qual pertence uma Alga. Assim é que certas Cianofíceas são pardas e mesmo avermelhadas e algumas Rodofíceas são nitidamente verdes. Entre os exemplos citados, *Enteromorpha, Caulerpa* e *Nitella* são verdes; *Sargassum, Padina* e *Nereocystis,* pardas; *Porphyra* e *Batrachospermum,* vermelhas. Com exceção de *Nereocystis,* as demais existem no Brasil. Tôdas as plantas referidas são bastante grandes para permitir a análise de sua morfologia externa sem auxílio do microscópio. As Cianofíceas não foram aqui incluídas justamente, por serem tôdas microscópicas.

As Algas, em geral, são dotadas da possibilidade de fabricar seus próprios alimentos orgânicos, partindo de materiais muito simples, como água e gás carbônico. São, pois, plantas autótrofas. Os Fungos são heterótrofos, isto é, dependem da alimentação orgânica fabricada por outras plantas. Devem, assim, viver como parasitas ou saprófitas. São parasitas quando atacam plantas ou animais vivos, dos quais retiram os alimentos de que carecem. Quando se nutrem de plantas ou animais mortos, que êles mesmos decompõem, são saprófitas.

A maioria dos Fungos vive fora d'água, embora preferindo substratos ricos em umidade. Todavia há alguns de vida aquática. Os Fungos mais simples são os Ficomicetos cuja organização lembra, às vêzes, a de certas Algas; dêsse fato provém seu nome. Muitos mofos ou bolores são Ficomicetos, outros, Ascomicetos. Êstes, juntamente com os Basidiomicetos, representam os Fungos mais evoluídos. Seus nomes estão ligados aos elementos de reprodução que produzem. Os primeiros formam esporos, geralmente em número de 8, no interior de um "saco" chamado asco. Os segundos produzem, em geral, 4 esporos, cada qual sôbre um pequeno pedúnculo que parte de uma formação chamada basídio.

O corpo de um Fungo é geralmente constituído por um emaranhado de tubos denominados hifas, que, no conjunto, constituem o micélio. Êstes micélios desenvolvem-se, freqüentemente, no interior de substratos, de onde emergem sob a forma de "corpos de frutificação", nos quais se formam os esporos. A fig. 272 representa o corpo de frutificação, ou basidióforo, já perfeitamente desenvolvido, de um Basidiomiceto. Inicia-se como pequena esfera ou ôvo, que, na base, mostra

pontos de ligação ao substrato (Fig. 273). Com a distensão da haste do basidióforo que cresce no seu interior, rompe-se a membrana (véu universal) que o envolve (Fig. 274). O desenvolvimento termina com a distensão do píleo, parte expandida do basidióforo, na qual se formam as lâminas onde se desenvolvem os basídios. Ao distender-se o píleo, rompe-se o véu parcial: membrana subjacente às lâminas, ligando os bordos do píleo à haste do basidióforo. Dessa ruptura resulta ficar um resíduo anular do véu parcial prêso à haste, que, do outro lado, na base, apresenta os restos do véu universal: a volva.

Os esporos dos Fungos são transportados, em geral, pelo vento. Às vêzes, no entanto, são insetos que realizam a disseminação, atraídos pelas côres vivas e pelos odores de cadáveres animais que emanam de certos Fungos.

Em algumas espécies o "corpo de frutificação" contém uma parte estéril, o receptáculo, ao lado da parte fértil. Êsse receptáculo pode-se desenvolver extraordinàriamente e recobrir a haste do basidióforo como um manto reticular. É o caso de *Dictyophora,* ilustrado na fig. 275.

O "corpo de frutificação" de *Geaster* (Fig. 276), outro Basidiomiceto, apresenta a membrana que contém os basídios, diferenciada em duas camadas: o endoperídio e o exoperídio. Quando maduro, abre-se o exoperídio por meio de fendas longitudinais que o dividem em diversas lâminas radiadas. Por sua vez o endoperídio se abre por um poro apical que permite a saída dos esporos.

A fig. 277 apresenta o "corpo de frutificação" de um *Polyporus.* Sua haste se expande pouco a pouco, terminando, na parte superior por uma superfície circular ligeiramente escavada no centro. Por baixo, ao redor da haste, encontram-se inúmeros poros, aberturas de delicados tubos em cujo interior se originam os esporos.

Ao mesmo grupo pertence um dos Fungos chamados "orelha-de-pau" *(Fomes)* que pode produzir "corpos de frutificação" como o da fig. 278. Nesse caso, os tubinhos, onde se formam os esporos, limitam-se à face inferior das camadas anuais superpostas. As crostas mais novas são as inferiores[3].

---

3 É interessante assinalar que nestes Fungos os "corpos de frutificação" apresentam geotropismo positivo, de sorte que os tubos esporíferos mantêm suas aberturas sempre na vertical, o que facilita a descarga de esporos.

Embora na maioria dos Fungos terrestres "corpos de frutificação" bem desenvolvidos sejam formados por Basidiomicetos, êsse fato não exclui a possibilidade de tratar-se de Ascomicetos. É o que se depreende da fig. 279, de *Sarcosphaera,* e também da fig. 280, de *Plicaria,* ambos Discomicetos [4], caracterizados por formarem esporos dentro de ascos reunidos numa formação mais ou menos achatada, o apotécio. Nos Pirenomicetos, os ascos se dispõem no interior de um ascocarpo piriforme chamado peritécio.

Ascomicetos e Basidiomicetos apresentam, ao lado de espécies extremamente venenosas, outras comestíveis. As Morchelas e Trufas são Ascomicetos enquanto que os conhecidos "champignons" são Basidiomicetos.

Muitos Fungos são de grande interêsse para a indústria. Basta lembrar *Saccharomyces cerevisiae,* indispensável à fabricação da cerveja, e *Penicillium notatum,* sem dúvida, de maior importância ainda, por produzir uma substância de inestimável valor medicinal, o antibiótico de conhecimento e uso gerais em todo o mundo, a penicilina.

Não são tôdas as Algas, nem todos os Fungos que podem entrar em associação para comporem os Liquens. Quanto às primeiras, sòmente algumas Clorofíceas e Cianofíceas o fazem; e dos Fungos, certos Ascomicetos e Basidiomicetos, prevalecendo os primeiros. Como essas Algas possuem clorofila, têm capacidade de realizar fotossíntese e prover os membros da associação, de material orgânico. Por sua vez, os Fungos contribuem de dois modos: 1.º — constituindo, com suas hifas, um ambiente muito favorável às Algas; 2.º — absorvendo do meio água, sais e outras substâncias, entre as quais figuram como de importância especial, compostos nitrogenados.

Os Liquens, na maioria dos casos, constituem lâminas ou mesmo crostas que crescem sobrepostas a um substrato qualquer: uma rocha dura, não decomposta, o próprio solo dela resultante, troncos de plantas, etc. Em casos menos freqüentes, formam sistemas de eixos ramificados que podem pender de ramos de árvores. Finalmente, alguns Liquens formam flocos muito macios como os de algodão, crescendo em barrancos úmidos ou sôbre outras plantas. Nas formas crostosas (Fig. 281) e

4 Discomicetos e Pirenomicetos são duas das principais subdivisões dos Ascomicetos.

foliáceas (Fig. 282), inúmeros rizóides formados na face inferior do talo, fixam-no ao substrato. Êsse talo não apresenta nenhuma diferenciação de órgãos, a não ser quando chega o momento da reprodução. Também os eixos das formas ramosas (Fig. 283), freqüentemente revestidos por numerosos pêlos, só se diferenciam nesse instante. Nas formas filamentosas (Fig. 284), igualmente, o talo é prêso ao substrato por meio de rizóides formados na base.

A reprodução dos Liquens é, na verdade, um assunto interessante. De um lado, a Alga pode-se multiplicar por simples

PRANCHA XXIII

Figura 272 **— Corpo de frutificação de um Basidiomiceto (*Amanita* sp.): A haste — *h*, sai do interior da volva — *v* (restos do véu universal, rompido), que na parte basal apresenta filamentos — *l*, de ligação ao micélio que se desenvolve no interior do substrato; do lado oposto, a haste transporta o píleo — *p*, constituído por numerosas lamelas — *la*, onde se encontram os basídios. O anel — *a*, representa restos do véu parcial, rompido durante a distensão do píleo. Seg. Longyear, modif.**

Figura 273 — Fase inicial do desenvolvimento de um basidióforo (corpo de frutificação) de *Amanita* sp. A superfície externa representa o véu universal. Seg. Longyear, modif.

Figura 274 — Fase mais avançada do desenvolvimento de um basidióforo. O véu universal rompeu-se, constituindo a volva — *v*; o píleo — *p*, inicia sua aparição no exterior. Seg. Longyear, modif.

Figura 275 — Corpo de frutificação de *Dictyophora phalloidea: pr* — perídio, no interior do qual se desenvolve o receptáculo — *h*, terminado, na parte apical, por um manto reticular — *mr*, subjacente à parte fértil, esporígena — *p*. Seg. Wettstein, modif.

Figura 276 — Corpo de frutificação aberto de *Geaster*, mostrando o exoperídio — *ex*, e o endoperídio — *en*, em cuja parte apical se verifica a deiscência por um poro — *p*. Seg. Kerner, modif.

Figura 277 — Corpo de frutificação de um *Polyporus*. Os esporos são formados dentro de pequenos tubos que se abrem no exterior por meio de numerosos poros — *p*, localizados ao redor da parte superior da haste — *h*. Seg. Wettstein, modif.

Figura 278 — Fragmento de uma "orelha-de-pau", Fungo do gênero *Fomes*. As camadas superpostas contêm, na sua face inferior, numerosos tubos, dentro dos quais se formam os esporos. Seg. Schenck, modif.

Figura 279 — Corpo de frutificação de um ascomiceto, *Sarcosphaera* sp. Seg. Wettstein, modif.

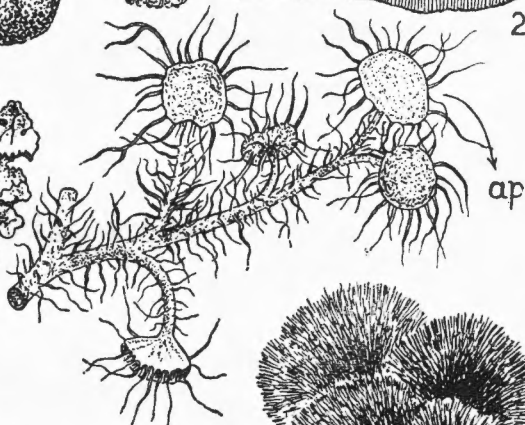
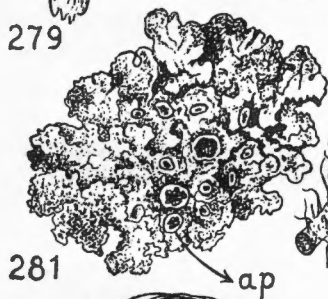
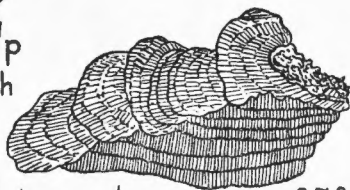
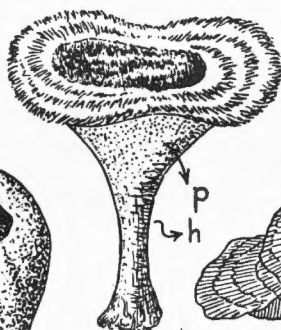
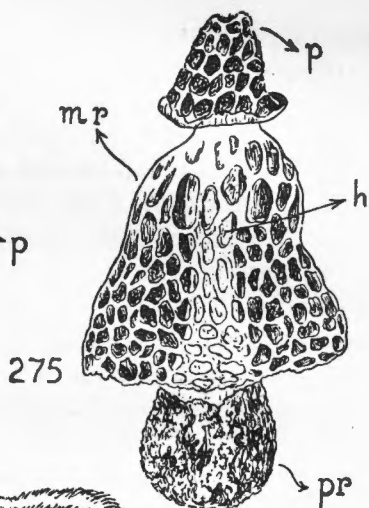
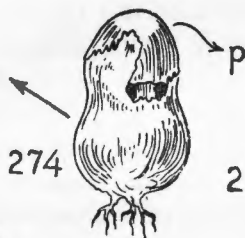
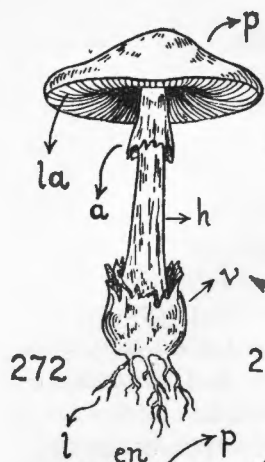
Figura 280 — Corpo de frutificação de *Plicaria vesiculosa*, um ascomiceto. Seg. Wettstein, modif.

Figura 281 — Talo de um Líquen crostoso, *Parmelia* sp. Vêem-se à sua superfície numerosos apotécios — *ap*. Original.

Figura 282 — Fragmento do talo de *Cora pavonia*, Basidiolíquen folioso, característico das zonas tropicais, principalmente da América do Sul. Seg. Wettstein, modif.

Figura 283 — Fragmento de *Usnea barbata*, um Ascolíquen ramoso, muito comum em todo o Brasil: *ap* — apotécio. Seg. Schenck, modif.

Figura 284 — *Dictyonema sericeum*, um Basidiolíquen filamentoso, também comum nos trópicos. Seg. Wettstein, modif.

p
la
a
h
v
l
272
273
p
274
mp
p
h
275
pr
en
p
ex
276
277
p
h
278
279
280
281
ap
ap
282
283
284

divisão e, de outro, o Fungo forma os esporos típicos da espécie: nos Ascoliquens originam-se êsses esporos no interior de ascos reunidos em apotécios ou peritécios; nos Basidioliquens surgem à superfície de basídios. Tanto as Algas como os esporos do Fungo são espalhados ao acaso e só por acaso se encontram e se associam. Tôda vez que um determinado fenômeno depende do acaso, existe grande probabilidade de não se realizar e, no caso em aprêço, isso dificulta a perpetuação da espécie. A formação de propágulos vegetativos, chamados sorédios, garante-a, todavia. Trata-se de pequenos fragmentos do talo, constituídos por um reduzido número de Algas e de filamentos do Fungo, envolvendo-as. Êsses corpúsculos, muito pequenos e leves, revestem como poeira o talo do Líquen que os formou; daí são removidos fàcilmente e disseminados pelo vento. Em ambiente propício, a Alga componente do sorédio multiplica-se e as hifas do Fungo crescem. Dessa forma, um novo Líquen pode-se reconstituir.

SUMARIO

1. Talófitas são plantas que não apresentam seu corpo (talo) diferenciado em raiz, caule e fôlhas.

2. Abrangem: Algas, Fungos e Liquens.

3. As Algas apresentam enorme variação de tamanho: muitas são microscópicas, algumas atingem centenas de metros. Igual diversidade existe quanto às formas e aos meios que habitam. Em geral são aquáticas (água doce ou salgada) onde vivem livres (plâncton) ou fixas (benton).

4. O talo das Algas pode ser constituído por tubos *(Enteromorpha)*, lâminas *(Padina, Porphyra)*, ou por eixos (caulóides) que formam, de um lado, elementos de fixação e absorção (rizóides) e de outro, ramos achatados para assimilação (filóides); esta organização mais complexa ocorre, por exemplo em *Caulerpa*. Em *Nitella* o talo é dividido em entrenós e nós, dos quais partem verticílios de ramos.

5. Além da clorofila, as Algas possuem outros pigmentos, que lhes dão côres diversas. Assim, conhecem-se Algas azuis (Cianofíceas), verdes (Clorofíceas), pardas (Feofíceas) e vermelhas (Rodofíceas).

6. Enquanto que as Algas são autótrofas, capazes da síntese de seus alimentos orgânicos a partir de compostos inorgânicos, como água e gás carbônico, os Fungos são heterótrofos: incapazes dessa síntese; vivem como parasitas (retiram o alimento de plantas ou animais vivos) ou saprófitas (retiram o alimento de plantas ou animais mortos).

7. Os Fungos em geral são terrestres, mas alguns, mais primitivos, são aquáticos. Os dois principais grupos são: Ascomicetos e Basidiomi-

cetos. Seu corpo é formado por tubos (hifas) reunidos em um conjunto chamado micélio, de onde partem os elementos de reprodução.

8. Os "corpos de frutificação", como são êles chamados, variam muito em forma e tamanho. Nos Basidiomicetos é freqüente a formação de um basidióforo com forma de guarda-chuva, constituído por uma haste que na parte superior transporta a "copa" (píleo) contendo numerosas lâminas onde se originam os basídios: formações especiais onde se desenvolvem, em cada uma, quatro esporos, exògenamente.

9. Os "corpos de frutificação" dos Ascomicetos são, principalmente, apotécios ou peritécios. Nos primeiros, os ascos (sacos em cujo interior se formam, em geral, 8 esporos) se reúnem em uma lâmina achatada, aberta; nos segundos êles se reúnem no interior de um asocarpo fechado.

10. Mofos e bolores são Fungos (Ficomicetos ou Ascomicetos), às vêzes muito úteis, como os produtores da penicilina, o *Saccharomyces cerevisiae*, empregado na indústria de cerveja e as morchelas, trufas e "champignons", comestíveis. Fungos altamente nocivos são certos produtores de infecções graves em plantas e animais, inclusive o homem, bem como as espécies venenosas.

11. Liquens são associações de Algas (Cianofíceas ou Clorofíceas) e Fungos (Ascomicetos ou Basidiomicetos). Nessas associações os dois componentes se beneficiam mùtuamente: simbiose.

12. A Alga e o Fungo que compõem o Líquen podem reproduzir-se, independentemente, encontrando-se de novo, só por acaso. O Líquen pode, de outro lado, formar sorédios: propágulos vegetativos que contêm algumas Algas e filamentos do Fungo. São disseminados principalmente pelo vento.

13. Os Liquens podem formar crostas (crostosos), ou lâminas (foliáceos), eixos ramificados (ramosos) ou tufos de fios (filamentosos), presos a substratos muito diversos: rochas, decompostas ou não, troncos de árvores, etc.

PERGUNTAS

91. Que são Talófitas e que grupos abrangem?

92. Por que dizemos que as Algas são autótrofas e os Fungos heterótrofos?

93. Que diferença há entre parasitismo, saprofitismo e simbiose?

94. Mostre, num desenho esquemático, a organização de um "corpo de frutificação" de um Basidiomiceto.

95. Que é um Líquen?

96. Que são sorédios?

97. Dê exemplos de: Algas de água doce e salgada; de Fungos comestíveis e de outros Fungos úteis.

98. Que são: rizóides, caulóides e filóides?

99. Que são: plâncton e benton?

Lista de nomes vulgares das plantas mencionadas no texto, seus correspondentes científicos[1] *e famílias a que pertencem*

Nome vulgar	*Nome científico*	*Família*
abacate	*Persea gratissima*	Laurácea
abacaxi	*Ananas sativus*	Bromeliácea
abóbora	*Cucurbita pepo*	Cucurbitácea
açafrão	*Crocus sativus*	Iridácea
acônito	*Aconitum napellus*	Ranunculácea
aguapé	*Eichhornia crassipes*	Pontederiácea
alecrim	*Rosmarinus officinalis*	Labiada
alface brava	*Lactuca virosa*	Composta
algodão	*Gossypium herbaceum*	Malvácea
alho	*Allium sativum*	Liliácea
ameixa	*Prunus domestica*	Rosácea
amêndoa	*Prunus amygdalus*	Rosácea
amendoim	*Arachis hipogaea*	Leguminosa
amor-perfeito	*Viola tricolor*	Violácea
amora	*Morus nigra*	Morácea
anona	*Anona* sp.	Anonácea
araticum	*Rollinia* sp.	Anonácea
arroz	*Oryza sativa*	Gramínea
arruda	*Ruta graveolens*	Rutácea
aspargo	*Asparagus* sp.	Liliácea
avenca	*Adiantum* sp.	Polipodiácea
azálea	*Rhododendron* sp.	Ericácea
azeitona	*Olea europea*	Oleácea
bambu	*Bambusa* sp.	Gramínea
banana-do-brejo	*Monstera* sp.	Arácea
bananeira nanica	*Musa cavendishii*	Musácea
barriguda	*Cavanillesia arborea*	Bombacácea
batata-doce	*Ipomoea batatas*	Convolvulácea

1 O nome científico é um binômio em latim. O primeiro têrmo indica o gênero e juntamente com o segundo designa a espécie. Quando se conhece o gênero, mas não a espécie, acrescentam-se ao primeiro têrmo as letras sp. (abreviação da palavra latina species). Exemplo: *Pinus* sp. Um gênero pode ter várias espécies, e, para tôdas, o primeiro nome será o mesmo: o segundo é que as distinguirá. Exemplo: *Coffea arabica, Coffea liberica.* O segundo nome não pode ser jamais usado isoladamente, porque nada significaria, uma vez que gêneros diversos podem ter a mesma denominação específica. Exemplo: *Phaseolus communis, Ricinus communis.* Ao contrário, o primeiro nome pode-se apresentar isolado, pois não é possível encontrar dois gêneros diversos com o mesmo nome. Quando vem isolada, porém, essa palavra dá apenas uma idéia de que grupo de plantas se trata, mas não permite reduzir as possibilidades a uma única. Exemplo: quando se diz *Musa* sabe-se que se trata de *uma* bananeira, mas não de *qual*. Dizendo-se, porém, *Musa cavendishii*, sabe-se, imediatamente, que se refere à bananeira nanica.

Nome vulgar	*Nome científico*	*Família*
batatinha	*Solanum tuberosum*	Solanácea
begônia	*Begonia* sp.	Begoniácea
beijo	*Impatiens* sp.	Balsaminácea
beterraba	*Beta vulgaris*	Quenopodiácea
boa-noite	*Calonyction bona-nox*	Convolvulácea
brinco-de-princesa	*Fuchsia* sp.	Onagrácea
cacaueiro	*Theobroma cacao*	Esterculiácea
cachimbo-de-turco	*Aristolochia* sp.	Aristoloquiácea
café	*Coffea arabica*	Rubiácea
caiapiá	*Dorstenia* sp.	Morácea
caju	*Anacardium occidentale*	Anacardiácea
campânula	*Pharbitis* sp.	Convolvulácea
cana-de-açúcar	*Saccharum officinarum*	Gramínea
cana-da-índia	*Canna iridiflora*	Canácea
canforeira	*Cinnamomum camphora*	Laurácea
carnaúba	*Copernicia cerifera*	Palmácea
carqueja	*Baccharis trimera*	Composta
carrapichos beiço-de-boi	*Desmodium* sp.	Leguminosa
carvalho	*Quercus robur*	Fagácea
castanha-do-pará	*Bertholletia excelsa*	Lecitidácea
cavalinha	*Equisetum* sp.	Equisetácea
cebola	*Allium cepa*	Liliácea
cedro brasileiro	*Cedrela fissilis*	Meliácea
cedro verdadeiro	*Cedrus libani*	Abietácea
cenoura	*Daucus carota*	Umbelífera
cereja	*Prunus cerasus*	Rosácea
cipó chumbo	*Cuscuta* sp.	Convolvulácea
cipreste	*Cupressus sempervirens*	Cupressácea
côco da Bahia	*Cocos nucifera*	Palmácea
copo-de-leite	*Calla aethiopica*	Arácea
cordão-de-frade	*Leonotis nepetaefolia*	Labiada
couve	*Brassica oleracea*	Crucífera
dália	*Dahlia variabilis*	Composta
dente-de-leão	*Taraxacum officinale*	Composta
erva-de-passarinho	*Viscum album*	Lorantácea
erva-de-rato verdadeira	*Palicourea marcgravii*	Rubiácea
erva-doce	*Pimpinella anisum*	Umbelífera
ervilha	*Pisum sativum*	Leguminosa
espirradeira	*Nerium oleander*	Apocinácea
esporinha	*Delphinium* sp.	Ranunculácea
eucalipto	*Eucalyptus* sp.	Mirtácea
falsa erva-de-rato	*Asclepias curassavica*	Asclepiadácea
feijão	*Phaseolus vulgaris*	Leguminosa

Nome vulgar	*Nome científico*	*Família*
figo	*Ficus carica*	Morácea
figo-da-índia	*Opuntia ficus-indica*	Cactácea
figueiras	*Ficus* (diversas espécies)	Morácea
flor-de-papagaio	*Euphorbia pulcherrima*	Euforbiácea
flor-de-são-joão	*Pyrostegia venusta*	Bignoniácea
fortuna	*Bryophyllum calycinum*	Crassulácea
fruta-pão	*Artocarpus incisa*	Morácea
fumo	*Nicotiana tabacum*	Solanácea
girassol	*Helianthus annuus*	Composta
gladíolo	*Gladiolus* sp.	Iridácea
grama comum	*Stenotaphrum americanum*	Gramínea
guapuruvu	*Schizolobium excelsum*	Leguminosa
heliotrópio	*Heliotropium curassavicum*	Borraginácea
hera miúda	*Ficus repens*	Morácea
imbê	*Philodendron* sp.	Arácea
ingá	*Inga edulis*	Leguminosa
ipê	*Tabebuia ochracea*	Bignoniácea
jabuticaba	*Myrciaria jaboticaba*	Mirtácea
jaca	*Artocarpus integrifolia*	Morácea
jacarandá	*Machaerium* sp.	Leguminosa
joá	*Solanum sisymbrifolium*	Solanácea
laranjeira	*Citrus aurantium*	Rutácea
lírio	*Lilium candidum*	Liliácea
madressilva	*Lonicera caprifolium*	Caprifoliácea
magnólia	*Magnolia stellata*	Magnoliácea
mamão	*Carica papaya*	Caricácea
mamona	*Ricinus communis*	Euforbiácea
mandioca	*Manihot utilissima*	Euforbiácea
maniçoba	*Manihot glaziovii*	Euforbiácea
maracujá	*Passiflora* sp.	Passiflorácea
marmelo	*Cydonia vulgaris*	Rosácea
mata-pau	*Ficus* sp.	Morácea
melancia	*Citrullus vulgaris*	Cucurbitácea
milho	*Zea mays*	Gramínea
mimo de Vênus	*Hibiscus* sp.	Malvácea
mimosa	*Acacia podalyriaefolia*	Leguminosa
morangueiro	*Fragaria vesca*	Rosácea
mostarda	*Sinapis alba*	Crucífera
nabo	*Brassica napus*	Crucífera
nogueira	*Juglans regia*	Juglandácea
noz-moscada	*Myristica fragans*	Miristicácea
oiticica	*Licania rigida*	Rosácea
orelha-de-pau	*Polyporus* sp., *Fomes* sp. e ainda outros Fungos	Poliporácea
paineira	*Chorisia speciosa*	Bombacácea

Nome vulgar	*Nome científico* .	*Família*
palmito	*Euterpe edulis*	Palmácea
papo-de-peru	*Aristolochia* sp.	Aristoloquiácea
papoula	*Papaver somniferum*	Papaverácea
pau-d'alho	*Gallesia gorasema*	Fitolacácea
pereira	*Pirus communis*	Rosácea
pêssego	*Prunus persica*	Rosácea
picão	*Bidens* sp.	Composta
pinhão	*Araucaria angustifolia*	Araucariácea
pinheiro do Paraná	*Araucaria angustifolia*	Araucariácea
pinheiro verdadeiro	*Pinus* sp.	Abietácea
pinho	*Pinus* sp.	Abietácea
primavera	*Bougainvillia spectabilis*	Nictaginácea
quaresmeira	*Tibouchina* sp.	Melastomácea
roseira	*Rosa* sp.	Rosácea
salsa	*Petroselinum sativum*	Umbelífera
salsaparrilha	*Smilax* sp.	Liliácea
sálvia	*Salvia* sp.	Labiada
samambaia	nome aplicado a inúmeras Filicíneas	
samambaiaçu	nome aplicado a fetos arborescentes dos gêneros:	
	Cyathea	Ciateácea
	Alsophila	Ciateácea
	Hemitelia	Ciateácea
samambaia-de-metro	diversas espécies e variedades de *Polypodium*	Polipodiácea
sapucaia	*Lecythis* sp.	Lecitidácea
sequóia	*Sequoia gigantea*	Cupressácea
sequóia	*Sequoia sempervirens*	Cupressácea
serralha	*Sonchus oleraceus*	Composta
sobreiro	*Quercus suber*	Fagácea
tomate	*Solanum lycopersicum*	Solanácea
trevo	*Oxalis* sp.	Oxalidácea
trigo	*Triticum sativum*	Gramínea
unha-de-vaca	*Bauhinia* sp.	Leguminosa
uva	*Vitis vinifera*	Vitácea
xaxim	*Cyathea* sp. e outros fetos arbóreos	Ciateácea
xuxu	*Sechium edule*	Cucurbitácea

Lista de nomes científicos de plantas citadas no texto mas que não têm denominação vulgar, e suas respectivas famílias

Nome científico	*Família*
Acanthococos sp.	Palmácea
Acanthorhiza sp.	Palmácea
Acetabularia sp.	Dasicladácea
Amanita sp.	Agaricácea
Androcryphia sp.	Jungermaniácea
Anemia sp.	Esquiseácea
Anthoceros sp.	Antocerotácea
Anthurium sp.	Arácea
Asplenium viviparum	Polipodiácea
Avicenia tomentosa	Verbenácea
Banisteria sp.	Malpiguiácea
Batrachium aquatile	Ranunculácea
Batrachospermum sp.	Helmintocladiácea
Cassia sp.	Leguminosa
Caulerpa sertularioides	Caulerpácea
Cerastium collinum	Cariofilácea
Ceratozamia sp.	Zamiácea
Coleus sp.	Labiada
Cora pavonia	Basidiolíquen[1]
Cycas sp.	Cicadácea
Davallia sp.	Polipodiácea
Dictyomena sericeum	Basidiolíquen[2]
Dictyophora phalloidea	Falácea
Dionaea muscipula	Droserácea
Dischidia rafflesiana	Asclepiadácea
Drosera rotundifolia	Droserácea
Drynaria quercifolia	Polipodiácea
Enteromorpha compressa	Ulvácea
Ephedra sp.	Efedrácea
Erodium gruinum	Geraniácea
Fomes ignarius	Poliporácea

1—2 Basidiolíquen é denominação de um grupo sistemático mais amplo que família, mas todos os Basidiolíquens até agora determinados com segurança pertencem a um grupo único.

Nome cientifico	*Família*
Geaster sp.	Licoperdácea
Ginkgo biloba	Ginkgoácea
Gnetum sp.	Gnetácea
Hymenophyllum hirsutum	Himenofilácea
Iris sp.	Iridácea
Jussiaea repens	Onagrácea
Kalanchöe daigremontiana	Crassulácea
Kalanchöe tubiflora	Crassulácea
Larix sp.	Abietácea
Linaria striata	Escrofulariácea
Lycopodium taxifolium	Licopodiácea
Lygodium volubile	Esquiseácea
Macrozamia robusta	Zamiácea
Marchantia sp.	Marcanciácea
Metzgeria sp.	Jungermaniácea
Mimosa sp.	Leguminosa
Nepenthes sp.	Nepentácea
Nereocystis sp.	Laminariácea
Nitella sp.	Carácea
Ophioglossum vulgatum	Ofioglossácea
Padina pavonia	Dictiotácea
Parmelia sp.	Parmeliácea
Phajus grandiflorus	Orquidácea
Phoenix jubae	Palmácea
Plagiochila sp.	Jungermaniácea
Plantago lanceolata	Plantaginácea
Platycerium alcicorne	Polipodiácea
Plicaria sp.	Pesisácea
Polygonum bistorta	Poligonácea
Polypodium rigidulum	Polipodiácea
Polyporus sp.	Poliporácea
Polytrichum sp.	Politricácea
Porphyra sp.	Bangiácea
Primula sinensis	Primulácea
Rafflesia arnoldii	Raflesiácea
Rhizophora mangle	Rizoforácea
Mnium affine	Mniácea
Sagittaria sp.	Alismatácea
Salvia pratensis	Labiada
Salvinia natans	Salviniácea
Sanchezia nobilis	Acantácea
Sarcosphaera sp.	Pesisácea

Nome científico	*Família*
Sargassum stenophyllum	Fucácea
Sarracenia laciniata	Sarraceniácea
Sarracenia variolaris	Sarraceniácea
Schiffneria hyalina	Jungermaniácea
Selaginella sp.	Selaginelácea
Taxus baccata	Taxácea
Usnea barbata	Usneácea
Utricularia sp.	Lentibulariácea
Vicia sp.	Leguminosa
Victoria regia	Ninfeácea
Xanthium sp.	Composta
Yucca filamentosa	Liliácea

ÍNDICE ANALÍTICO

BIBLIOTECA DE EDUCAÇÃO

Organizada pelo Professor Lourenço Filho, da Universidade do Brasil

EDUCAÇÃO MORAL E EDUCAÇÃO ECONÔMICA — A. de Sampaio Dória; EDUCAÇÃO E SOCIOLOGIA — Émile Durkheim; A LEI BIOGENÉTICA E A ESCOLA ATIVA — Adolphe Ferrière; VIDA E EDUCAÇÃO — John Dewey; A ESCOLA E A FORMAÇÃO DA MENTALIDADE POPULAR NO BRASIL — Estêvão Pinto; EDUCAÇÃO PARA UMA CIVILIZAÇÃO EM MUDANÇA — William Heard Kilpatrick; O PROBLEMA DA EDUCAÇÃO DOS BEM-DOTADOS — Estêvão Pinto; TESTES ABC PARA VERIFICAÇÃO DA MATURIDADE NECESSÁRIA À APRENDIZAGEM DA LEITURA E ESCRITA — Manuel Bergstrom Lourenço Filho; O ENSINO PRIMÁRIO NO BRASIL — Mário Augusto Teixeira de Freitas; A ESCOLA ÚNICA — Lorenzo Luzuriaga; RÁDIO E EDUCAÇÃO — Ariosto Espinheira; O IDIOMA NACIONAL NA ESCOLA SECUNDÁRIA — Antenor Nascentes; TENDÊNCIAS DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA — Manuel Bergstrom Lourenço Filho; TEORIA E PESQUISA EM SOCIOLOGIA — Donald Pierson; LÓGICA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS — Gilles Gaston Granger; NOÇÕES DE PSICOLOGIA — Iago Pimentel; FUNDAMENTOS DE SOCIOLOGIA — Carneiro Leão; PEDAGOGIA DE RUI BARBOSA — Lourenço Filho; A ARTE DE TRADUZIR — Brenno Silveira; ELEMENTOS DE PSICOLOGIA — Iva Waisberg Bonow; PEQUENA HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO — Madres Francisca Peeters e Maria Augusta de Cooman; PROBLEMAS DA INFÂNCIA — Ofélia Boisson Cardoso.

Livros de Fernando de Azevedo:

PRINCÍPIOS DE SOCIOLOGIA
SOCIOLOGIA EDUCACIONAL

EDIÇÕES MELHORAMENTOS